

Mngool.com

حسين

الانسان وأصل الحياة

الانسان وأصل الحياة

١

سيلكا - سويسرا

ـهــــرس

حقوق التوزيع الخاصة

سيلكا-سويسرا

© MCMXCII

Tous droits réservés dans le monde
Reproduction même partielle inter

All rights reserved throughout the w
No part of this publication may be
reproduced in any form.

Imprimé en Italie par G.E.P. Cremo
Printed in Italy by G.E.P. Cremona


ميلاد العالم

ما هو عُمر الكَوْن؟

امـــتداد الكـــــوْن

منذ تواجده على البسيطة والإنسان لا يكُفُّ عن التساؤل بإلْحاح عن مصدره وأصله الأ ول وعن مصدر مختلف الكائنات والمخلوقات من حوله. وقد أدّى به نَهَمُ المعرفة إلى طرح الأسئلة والبحث عن جواب لها حول الكَوْن الذي يعيش فيه وحول ما ورائيَّاته. وقد توسّعت معرفتُه تدريجياً بإيمانه بآيات الله تعالى حول الخلق والمخلوقات و بتعَمُّقِه في البحث العلمي واستقراء الوثائق والآثار وتكرار التجارب، ورغم ذلك لم يتوصل بعدُ إلى الإجابة المُطلقة والنّهائيّة عن حشود الأسئلة التي ظلّت تراوده في هذا الشّأن.

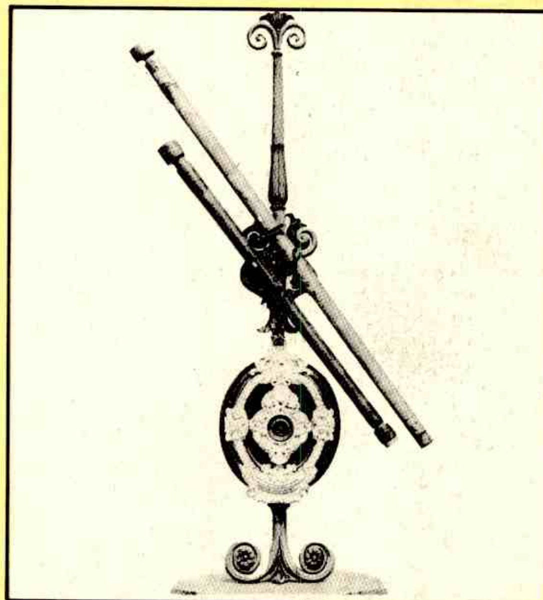
متى بدأت عَجَلَةُ الزمان دوَرَانها ؟ومَتى كانت بدايةُ الكون والحياة التي تَدِبّ فيه؟ ليس هناك مِن جواب قطْعي على هذه التّساؤلات الأ زَليّة والوجودية. لذلك ظلّ الانسان مُكتفيّاً بطرح الفرَضيات وصياغة النّظريّات المختلفة التي تتغيّر وتُدْحَضُ مع مرور السّنين والقرون بفعل بزوغ نظريات وفرضيات جديدة. وحِين نَتحَدثُ عن

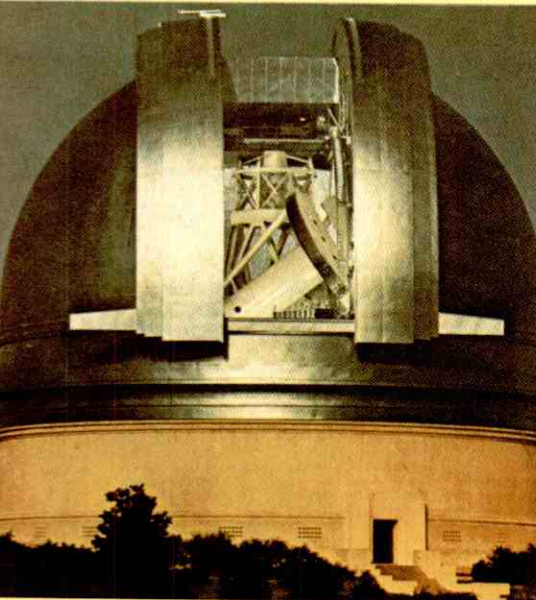
كيف يمكن رؤية الفضاء؟

إن المِقراب والرّاصدة المعروف بالتّيلسكوب من أهم الادوات التي يستعملُها الفلكيون لمُعاينة الظواهر الفضائية. والتّلكسوب عبارة عن مِنْظار فَلَكيّ ضخم تمّ صُنْعُه إنطلاقاً من النموذج الذي اخترعَهُ غَاليِلي أول مرة سنة ١٦٠٩ (صورة ١)

وقد حلّ التلسكوب الإنعكاسي محلّ التلسكوب الانكساري القديم. فبالنسبة للتليسكوب الإنعكاسي تُلتَقَطُ أشعة الضوء بواسطة مِرآة مُقوّسة باستطاعتها تفادي نقصٍ كان يُميز التليسكوب الانكساري الذي كانت عَدَسَته لا تلتقط سوى صُور مضَبَّبة تحيط بها هالة ملَوَّنة (صورة ٢)

وقد تمكّن الفلكيّون من الاستفادة من تطور آلات التصوير الفوتوغرافي المتطور. فبفضل الصّفيحات الفوتوغرافية الحسّاسة ازدادت قدرة الملاحظة بواسطةِ





أصل الزمان ومصدره، فلا مَنَاصَ من الرّجوع الى مسألة بداية الكون وتَشَكُّلِه.

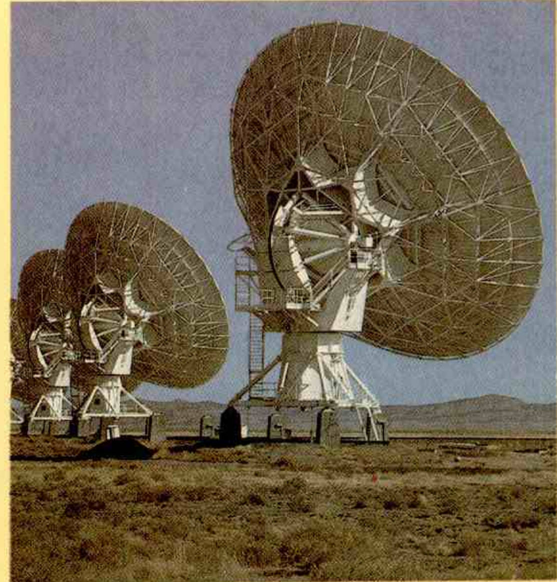
وكلمة «الكون» أو «العالم» أو «الدنيا» من المصطلحات المُبْهَمة التي يصعب تحديدُها بدقّة، بدون الإعتماد على الدّراسات العلمية والتّقنية المتخصّصة. وهكذا فلِكَيْ نأخذ فكرةً تقريبيّةً عن جسَامته ومساحته الشّاسعة. يكفي أن نعلم أن أبعد مسافة قد تمكّن الإنسانُ من قياسها في الفضاء بواسطة أضخم تيلسكوب يبلغ قطره خمسة أمْتار والموجود بجبل بالومار بكاليفورنيا، و بفضل هذا المرقاب كانت النجوم التي تمكّن العلماء من مراقبتها تبعد عن الارض بحوالي ٤٨,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ كلم. وَإذا حَوَّلْنا هذه المسافة إلى سنوات ضوئية فإننا نخلص إلى أن نور تلك النجوم قد أُرسل منذ ٥,٠٠٠ مليون سنة.

وتُدرس مظاهر الكون وظواهره وتركيبُه وتغيّراتُه في الزمان والمكان، في إطار الكُوسمُولوجيا أو علم الكونيات،وهي من تفرعات علم الفلك (الفلاكة)، وترتكز على مفهوم ومبدأ «امتداد الكون» أي التمدّد والانبساط التدريجي للفضاء الذي تعيش فيه الكواكِب والأقمارُ والمَجَرات والأنظمة النّجمية. و يستعمل العلماء مِطيافات شديدة القوّة والفعاليّة لتحليل ضوء النجوم والأجرام. وقد تَوَصَّلُوا بعد ملاحظاتهم المتواصلة الي إثبات أن الخطوط الطّيفيّة تميل باستمرار إلى الحُمرة. وإذا ما ابتعد مصدر ضوئي عن المرصد الموجود علي الأ رض فإنّ تردّد النّور الذي يصلُه يتضاءلُ وبما أنّ الألوان تُحدَّدُ بتردُّد الموجات الضّوئية وأن الأحمر هو اللّون ذو التّردد الأدنى فإن الكوسمولوجيا نستنتج من ذلك أن ميْلَ الخطوط الطيفية إلى الحمرة دليل على أن كُلّ الأجرام تبتعدُ عن بعضها ممّا يَنْتُجُ عنه امتداد للكون عامّة.

وحسب أبحاث الفَلَكِيّ الأمريكي «هو بْل»، التي تتبنّى النظرية السّابقة، فَإنّ كل الأجرام تبتعد عن الأ رض بسرعة تَنَاسُبِيّة مع المسافة التي تفصِلُها عن هذه الأخيرة. أي أنها بقدر ما تبْعِد عن الأ رض بقدر مَا تتضاعفُ



التّليسكوب، بحيث بإمكان الفَلكيّ ان يتوصّل الى قِيَاس الاشعاعات تحت الحمراء وفوق البَنَفْسجيّة. وتُرسِلُ عناصرُ الكون موجات إشعاعيّة يتم التقاطُها بواسطة أجهزة ضخمة تُعرف بالمِكْشافات الاشعاعية (ردْ سكُوب): وهذه الموجات المُلْتقطة توفّر لنا مُعطيات في غاية الأهمية لكونها تستطيع اختراق الظُّلمة الكثيفة والضّباب والدّخان وهي من الحواجز التي يتعذّر اجتيازُها على أضخم الرّاصدات وأقْواها (شكل ٣).



ما هي طُرُق قِياس عُمر الكوْن؟

سرعتُها في ذلك الابتعاد المُتواصل. وكلُّ هذا يقودُ إلى التفكير في وجود عهدٍ كانت فيه كلُّ الأجرام متجمّعَةً في فضاءٍ أضيق. وكانت فيه المادّةُ مُركّزة في خليطٍ من الجُسَيْمات ذات كثافة وحرارة عاليّتين. وإذا سَلَّمْنا بقانُون هوبْل الذي يُعطينا سرعة ابتعاد الاجرام،فإننا سنَتوصَّلُ الى تقدير العهد الذي سادَ فيه ذلك «التركيز والتجمع الضّخم»، وعليه، فعمر ذلك العهد قد يَتراوحُ بين ٥ و ٥٠ مليار سنة.

وليس قانون «هوبل» هو المنهج الوحيد لتقدير عمر الكون. ذلك أنه من الممكن جداً اعتبار عمر الكواكب التي نشأتْ وتشكّلتْ أساساً من مادّة الهيدروجين واستمرَّتْ في التَّزوُّد منها للبقاء على الحياة لكونها تُحوِّل كل العناصر المتواجدة بها إلى غاز الهيدروجين. ولهذا فباعتبار نوعيّة هذه العناصر وكمّيتها، يمكن تقدير عمر

المَجَرة أو «الطَّريق اللَبني»، الذي يوجد به نظامنا الكوكبي.

نظريـة الكوْن المُتـطوِّر

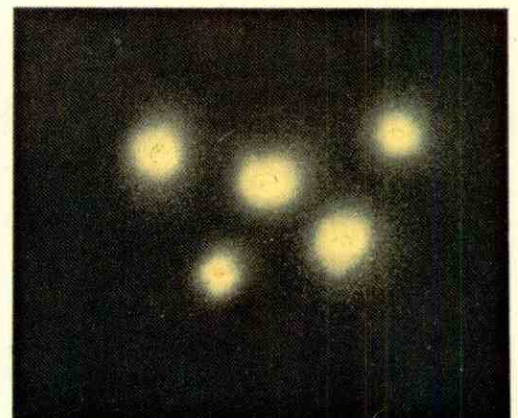
هل سيستمر امتداد الكون إلى ما لانهاية ؟ أم هل سيتباطأ مستقبلاً إلى أن يسير نحو التقلص؟ فبالنسبة لنظرية الكون المتطور، تُعتبر الجاذبية التي تُمارَس بين مجرةٍ وأخرى، هي القوّة الوحيدة والمعروفة التي بإمكانها تخفيضُ سُرْعة حركة امتداد الكون. إلا أن الدّراسات والتّقديرات تُثبتُ أن هذه القوة لا اعتبار لها إذا قِيسَتْ بالسُّرعة التي تبتعدُ بها السُّدُم. وهذه الأخيرة ستستمر إذن في الابتعاد بعضها عن بعض مما ينْتُج عنهُ إستمرار في امتداد الكون.

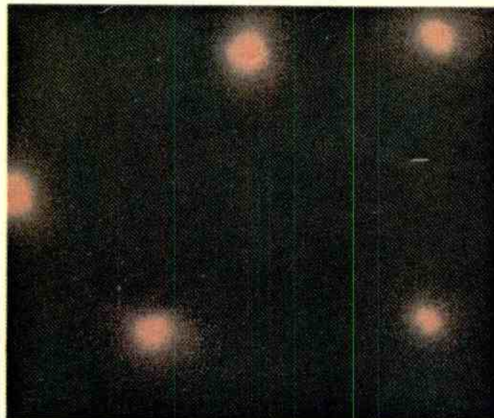
وما وصَلَ إليه الكون اليوم من سَعَة، هو نتيجة تطور ترْجعُ بدايتهُ الى عشرة ملايين سنة، وقد يكون في السابق أقلّ تعقيداً وأقلّ تَبايناً واخْتلافاً مما هو عليه الآن.

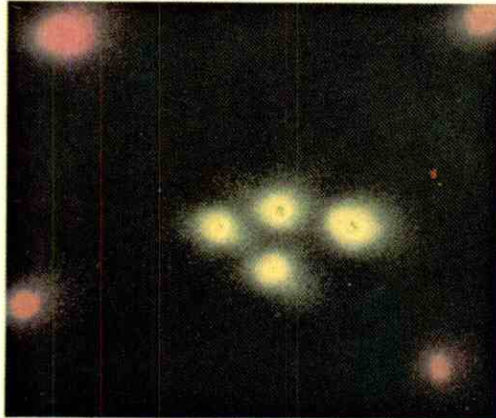
في المناطق النّائية جداً من الكوْن، قد تكون المسافة الفاصلة بين سُدُمٍ وأُخرى أكثر بُعْداً من تلك المسافة الفاصلة بين سُدُم المناطق القريبة، وذلك لأن السُّدم البعيدة

إلى اليسار رسم يمثل نظريّة الكون السّاكن: فحين تبتعد المجراتُ بعضُها عن بعض، يبقى بيْنَها مَجال فارغ تَملأه مجرّات جديدة أخرى.

الصّورة أسفله تبين نظرية الكون المُتطور: حين تبتعد المجراتُ بعضها عن بعَض تتركُ فراغا بيْنها.









كوكب ما، بين ٥ و٢٦ مليار سنة وهناك أيضاً مناهج أخرى لتقدير عمر الكواكب. منها اعتبار افتراق الكواكب المُزْدوجة عن بعضها وكذلك اختلاطُ الكواكب، وغيرها من المناهج التي نلخّصها في الجدول الآتي:

المنهج	العمر المُقدّر (بملايير السنين)
برد القشرة الا رضية	من ٢ الى ٤
مُلوحة المحيطات	من ١ إلى ٧
أصل القمر	٤
المعادن الإشعاعية	من ٣ إلى ٤
الأرْجام	٤,٥
تكوُّن العناصر	من ٦,١ إلى ٤,٨
نوُر الكواكب	من ٦ إلى ٢٦
افتراقُ الكواكب المزدوجة	أقلّ من ١٠
اختلاطُ الكواكب	من ٤ إلى ٥
قانُون «هو بْل»	من ١٠ إلى ١٣

هي تلك السُّدم الأكثر قدماً لكونها توفّرتْ على الوقت الكافي للإبتعاد بتلك المسافات الطويلة.

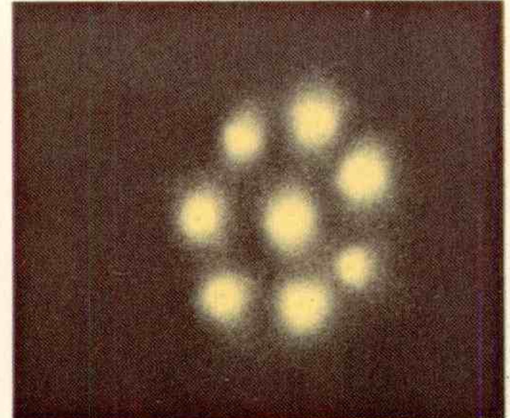
نظرية الكوْن السّاكن المُتوَازِن

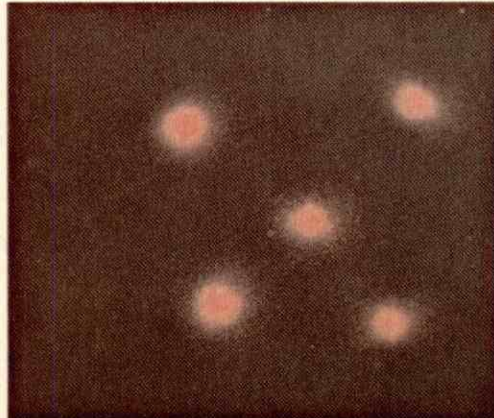
بالنسبة لنظرية الكوْن السّاكن المُتوازن يجب التسليم بأن امتداد الكون وانبساط العناصر التي يحتوي عليها يَتَوازَنَيان عن طريق خَلْق مواد جديدة يتحقّق بفضلها تشَاكل واتّساقُ الكون.

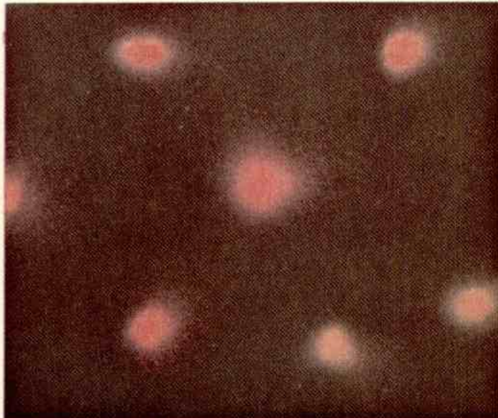
ولو كان الحال على عكس ذلك، أي لوْ أن الكوْن لم يكن ثابتاً ومُتَشاكلاً في الزمان والمكان، فإن علم الفَلَك لن يمكّننا أبداً من الوصول إلى معرفةٍ شاملة بالعالم الذي نعيش فيه ولن يظْهر لنا منه سوى جانب محدودٍ زماناً ومكانا.

وهكذا فإننا نفْترض أن السُّدُم المُتباعدة عن بعضها في الفضاء تَتَخَلّلها سُدُم جديدة في طريق التَشَكُّل وهي تحتوي بدورها على نجوم جديدة.

وحسب نظرية الكوْن السّاكن. فان تكتُّل الغاز بين الكواكب هو الذي يحكم سَيْرورة ميلاد السُّدم الجديدة وهذه الأخيرة تموت وتَفْنى نتيجة امتدادها الى أقصى حدود الكون. ورغم هذا التَغَيُّر المتواصل للعناصر المكونة للسُّدم بصفة عامة فان الكون خالد وثابت ولا تُعْرفُ له بداية ولا نهاية.



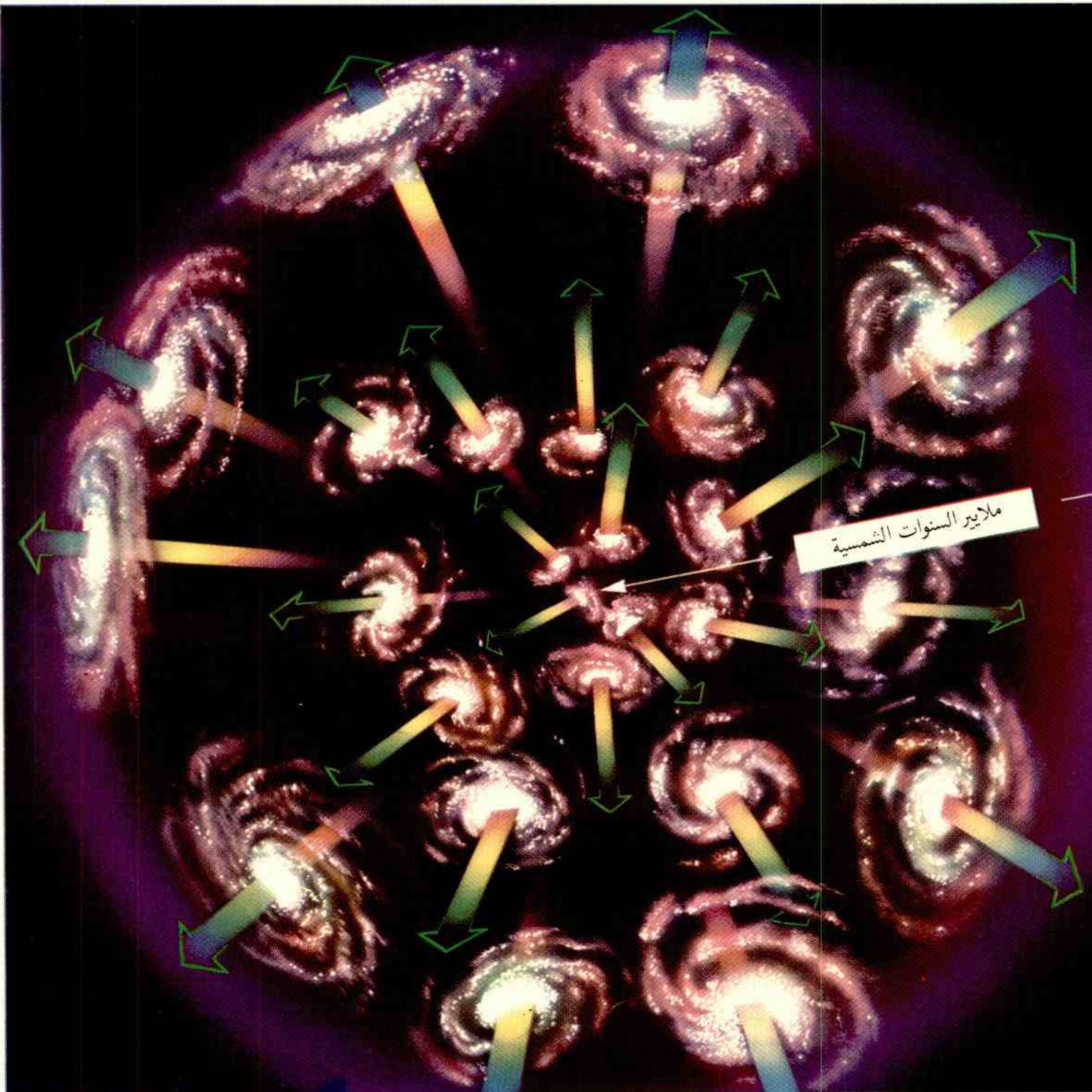




كيف نشأت المَجرّات؟

أصلُ الأَجرام

يسود الاعتقادُ في أوساط العلماء، أن العالم في بداية خَلْقه لم يكن يتوفر على الشّكل والبنية والخصائص التي يوجدُ عليها الآن. ولكنّه قد بلغ هذه المرحلةَ بعد سلسلةٍ من التّغيُرات والتّشكُلات التي بدأت سيرُورتُها منذ ما يناهزُ عشرة ملايين من السّنين. وقد كان هذا الكون في بدايته على شكل خليطٍ غازيٍّ هائلٍ من الهيدروجين موزّع في الفضاء بكيفيّة مُوحّدة. أمّا الإوَاليّة، التي كانت بدايةً لتطوُّره فهي بكلّ بساطة، ظاهرة الجاذبيّة التي بِمُوجِبها تنْجذبُ الذّرات بعضها نحو بعضٍ. ولم يكن بمقدور خليط غازي بتلك الضّخامة أن يبقى محتفظاً باستقراره لمدة طويلة، فَمَا لَبِثَتْ أن تحكّمتْ فيه سيرورة «التقلّب الانجذابي»، وذلك لكون ذرّات الهدروجين كانت ذات



حركات غير متساوية؛ فبعضها كان مُتسماً بالسرعة والبعضَ الآخر بالبُطء. وهكذا تشكّلت تكاثُفات محليّة تناثرت أصغرها في الفضاء لكون الانجذاب المتبادل للذرات لم يكن كافياً لضمان استقرارها. في حين استقرّت التكثفاتُ الكبرى،باعتبار أن الجاذبية التي تُمارسها على الذّرّات المَعْزُولة جعلتْها تكبُر حجماً وتَتَضخّم إلى أن بلغت المقاييس التى هي عليها اليوم.

وقد ساهمت حَرَكِيّةُ الذّرّات الصّادرة عن الطّاقة الانجذابيّة في،ارتفاع درجة حرارة الأجرام الأوّليّة.كما أحْدَثَتْ بداخل تلك الأجرام ،حركات اضطراب تَوَلّدَتْ عنها حركة دَوران بطيء. وكان ذلك في المرحلة الثّانية من تطوّر الكونٍ.

واستغرقتْ آخر مرحلة من مراحل تكوُّن وتشكُّل الكون عدّة مئات من ملايين السنين. وقد أصبحت الأجرام الأولية على شكل كرات غازية، تبلغ أشعتها الضوئية آلاف وشيئا فشيئاً بدأت في التّقلُّص بفعل الحرارة المُشِعّة والتبريد المُتعاقِبَين. ثم سرعان ما بدأت تتضاعف سرعة دَوَرَانها تدريجياً.

وأما شكل الأجرام الدائري،فقد بدأ في التّسطّح التدريجي إلى أن استقرّ على شكل قُرص يمتدّ من المناطق الاستوائية على شكل حَلَقَةٍ غازية جدّ واسعة تنبسطُ حسب الدّوران.

واعتماداً على هذا التّصوُّر، يعتقد الفَلكيوُّن أن الأجرام والكواكب التي نعرفُها،لم تتشكّل كلُّها في نفس الفترة ولكنها تُمَثل في تكوُّنها مراحل مُتلاحقة من سيرورة تطوّرٍ دوري ومُنتظم.

وهكذا، يرون أن الكواكب الحَلَزُونية الشكل،أحْدَث عهداً في تَكَوُّنها من الأجرام الدّائريّة، وأن الكواكب المفتوحة الأذْرُع،أقلّ من تلك التي تتوفّر على أذرع مُنْثنية. وإذا قُمْنا بتحليل الأجرام ،حسب المادة الكونية التي تشكلت منها، يمكن تصنيفُها كالتالي: فهناك أجرام نجْمية مكونة من تجمّعات هائلة من النّجوم،وهناك أجرام منتشرة مكونة من اختلاطات الغاز والغبار الكونيين،وهناك أجرام كوكبية مكونة من كرات غازية تحتوي في مركَزها على نجمة.

أما النّظام الكوكبي الذي نعيش فيه فيوجد بين أجرام

هذا الرسم التبياني يمثل حركة تباعد السُّدُم بفعل امتداد الكون واتّساعه.

ما هي الذّرة؟

إن كلّ الأجسام تتكوّن من مجموعات صغيرة من المواد القارة المعروفة بالجُزَيْئات أو الذّرات. وهذه الجُزَيْئات نفسها تتكوّن من جُسيمْات دَقيقة الحجم تُعرف بالذّرات. والذَّرّة ذات حجم دقيق جداً لا يمكن لأي جهازٍ لحدّ الآن أن يمكنَنَا مِن رؤيته.

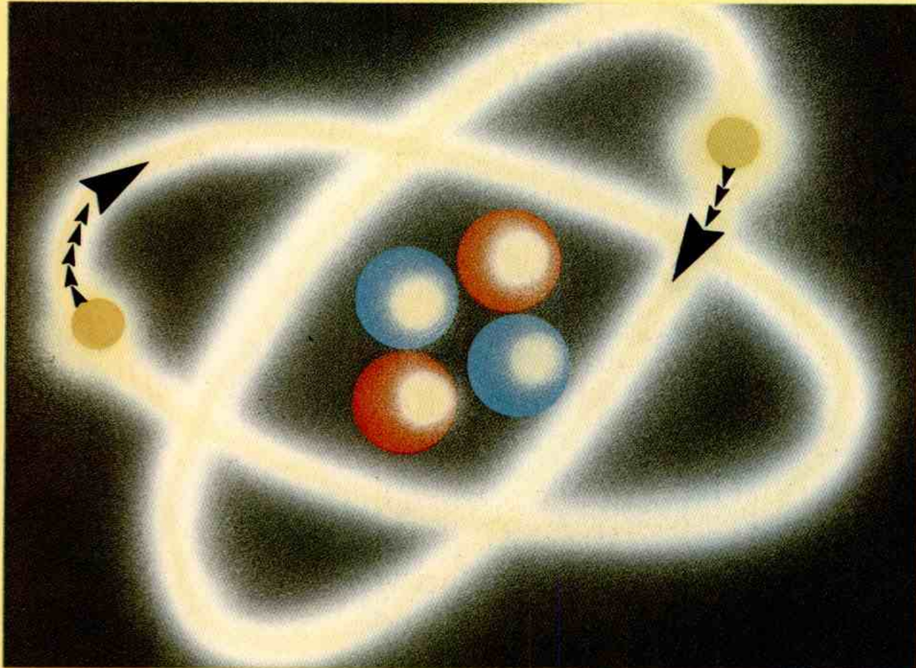
ورغم دقة حجمها فالذّرة تتوفر على نواة ذات قُطر يصغر الذّرة نفسها بآلاف المرات. والذّراتُ التي تتكون منها المادة لا تتصل فيما بينها.لأن هناك مجالات بَيْذَرّية تسمح لها بالاحتفاظ بالحركات الارتجاجية التي تصدر عنها.

والجُزيْئات نفسها لا تتصل فيما بينها لأنها كذلك تنعزل عن بعضها بالمجالات البَيْجُزَيْئيَّة مما يتيح لكل الأجسام أنْ تتقلّص وتتمدد. و يقلّ عدد المجالات البَيْجُزَيْئيَّة في الاجسام الصّلبة والسَّائلة بينما توجد بوفرة في الأجسام الغازية.

وتخضع الجزيئات الى الطاقة الحركية حيث تقوم كذلك بحركات خاصّة، ذلك أنه اذا قُمنا بتسخين جسم صلب، فان سرعة جُزَيْئاته تتضاعف الى ان تنتهي الى تراكُم بعضها فوق بعض.مما يجعل الجِسم يتحوُّل من حالة الصّلابة الى حالة السّيلان. واذا ضاعفنا درجة الحرارة أكثر من ذلك،فإن المجالات البَيْجزَيْئية،يتضاعف عَدَدُها الى ان يصير الجسم السّائل جسماً غازيا.

واثناء عملية التّبريد تكون الظاهرة عكسيّةً.

ذَرّة الهِيلْيوم



لماذا تتفاوت المجرّات؟

المَجَرّة التي تحتوي عليها مجموعة الأجرام الكوكبية. وتُعرف المجّرة في اللغات اللاتينية بـ «الطريق اللّبني» (Voie lactee) وهي تسمية أُخذت عن أسطورة شعبيّة مفادُها أن المجرّة تكونت من بعض قطرات الحليب المُتساقطة من فم هِرَقْل أثناء رضاعه من «جونون». ولم يتوصّل الفلكيّون إلى إدراك حقيقة تكوّن المجرّة،إلاّ بعد اكتشاف المِنْظار الفَلَكي.الذي ظهر بفضله أنّها في الحقيقة مكونة من عدد هائل من الكواكب والنّجوم. ونظراً لكثرتها وتجمّعها،فهي تظهر للعين المجردة على شكل سحابة كثيفة ومُتماسكة.

والمجرة عبارة عن مجموعة من الكواكب والنّجوم يصل عددُها مائة ألف، ولا يُرى منها بالعين المجردة سوى ٣٠٠٠، وهي على شكل قُرص مُسطح ذى مركز مُقبّب و يبلغ قُطره حوالي مائة ألف سنة ضوئية.

أنواع المَجرات ثلاثة:
مجرات لولبية، ومجرات ذات لَوْلب مُرْتّج ثم مجرات إهْليلَجية. وهناك من يرى أن المجرات تغير شكْلها الى ان تُصبح كلّها إهليلجية.

و بالإضافة إلى الاختلاطات الكوكبية، تحتوي المجرة كذلك على عدة سُدُم دُنْيا تُعرف بالسُّدُم المَجرِيّة، وهي صنفان، فمنها السُّدم الضّوئية المكوّنة من الغازات المُضيئة





المنـدرة ومنـهـا السُّـدُم الـمُظْلمة والمُكوَّنة من غُبار دقيق وداكِـن يَحُـول دون رؤيـتها للنُّجوم المْوجودة خلْفَها. وقبل معـرفـة حقـيـقـة وطبيعة السُّدُم الموجودة خارج المجَرَّة ،كان يُعـتـقـد أنـهـا مُـكَّـوَنة من خليط غازيّ بالغ الندرة، إلا أن طيفَها الذي يُشبِهِ طيفَ الاختلاطات الكُرو ية، مَكَّن من التَّأكُّد من طبيعتها الكوكبية.

وتـقـع إحدى هذه السُّدُم،في كوكبة أنْدروميد، ويمكن تمـييزُهـا بالعين المُجَرَّدة. أما السُّدُم البعيدة فهي تبعد عن الأرض بعـدّة ملايين سنين ضوئية. ومجموع المجرّات يُكَوّن العالم أو الكون الذي يشمل أنظمة شمسية أُخرى.

سَدِيم ثلاثي الشّقوق في بُرج القَوْس
سديم ذُو حَلْقة في برج النّسر الواقع
المجرة الحَلَقـيـة الكـبرى أنـدورمـيـد، بدون استعمال التليسكوب لا تَظهر لَنا إلا على شكل بياض بَاهت.

مجرتـا كـلاب الـصّـيـد. إن الخط الـضـوئـي الـطو يل بين المجرّتين والذي يظهر وكأنه امتداد لأحد أطراف اللولب، يمكـن التـفاعل القويّ الذي يمارسه النظامان الكوكبيّان على بعضهما البعض.

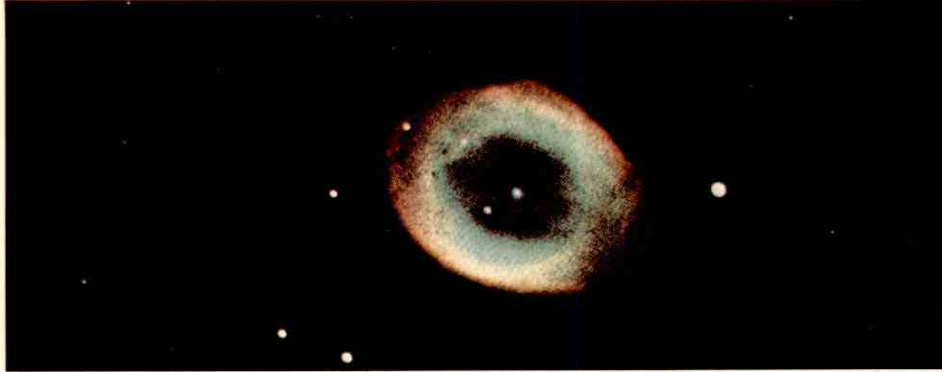


النــــجــوم

تـظـهـرُ لـنـا الـنّجوم صغيرة جدّاً وكأنّها نُقَط مُتساو ية الحجـم، والحـقـيـقة أنّها كُتَل ضخمة من المادّة المُتَوهّجَة والمُعَلَّقة في الفضاء والمُتَباعدة فيما بينها بمسافات خيالية.

و يـعتقدُ الفَلَكِيُّون،أن النّجوم تتفاوَت من حيثُ عُمُرها وأن مُدة حياة أغلَبِها تتراوحُ بين ١٠ و ١٢ مليار سنة.

والـهـيـدروجين هـو المادّة الأسـاسـيّـة التي تستهلكُها الـنّجـوم ،كَـوُقُـود لإصدار الطّـاقـة.و بـالـتـالي للبَـقـاء على الحيـاة.وكـلّـمـاً تـقـلّص استِهْلاكُها من الهيدروجين كُلّما طال بقاؤُها.





كيف نشأت النجوم؟

ما هي السّنة الضّوئيّة؟

ما الذي يميّز النّجمة القُطبية عن غيرها من النجوم؟

والنّجوم التي يمكن اعتبارُها حَديثة السن هي تلك النجوم المُزرَقة، المُتواجدة بين حَلَقات المجرّة اللولبية، أما النّجوم الأخرى وهي الصّفراء والمتُوَرّدة فهي توجد في مختلف أرجاء الفضاء.

وانطلاقاً من هذه المُسَلّمات، يفْتَرضُ الفَلَكيّون أنّ النجوم تتولّد عن السّحب الكونية، التي قد يبلغ بها ثقلُ وزنها درجةً تنكسر فيها وتتوزّع إلى نَوَيات.

و بفعل انضغاط المادّة، ترتفع درجة حرارة تلك النّويات الى ان تصدر عنها تفاعلات نَووية، وتتوقّف الكُرة الجديدة آنذاك عن التقلّص مُنْتجةً طاقة مُعينة، وهكذا تولدُ نجمة جديدة.

و يبدو أن النّجوم تطلع من الشرق لتغرب جهة الغرب، وهذا مجرد وهم بصريّ تَسبّبه حركتا دوران الأرض حوْل نفسِها وحول الشمس. و بفضل الرّاصدات الحديثة والتّحاليل الطّيفية، تمكن العلماءُ من التحقّق من كون النّجوم تتحرّكُ في الفضاء، وحركَتُها لا تكادُ تظهر من سطح الارض، وقد تبدو لبُعْد المسافة التي تفْصِلنا عنها بطيئة وقصيرة، بينما هي في الواقع حركات بالغة السُّرعة وذات اتجاهاتٍ مُحدّدة.

و يستعمل العلماء وَحدة «السّنة الضّوئية» للحديث عن بُعْد النّجوم والمسافة الفاصلة بيْنَها و بين الأرض أو فيما بيْنَها. و «السنة الضوئية» هي المسافة التي يقطعُها الضوءُ في السنة الواحدة. وإذا سَلّمْنا بأن الضوء يسْري و ينْتشر بسُرعة ٣٠٠٠,٠٠٠ كلم في الثانية، فالسنة الضوئية تعادل ٩ تريليونات ونصف من الكيلوميتران (التريليون يساوي مليون بليون).

واقرب نجمة إلى الأرض، إذا استثْنينا الشمس، هي الظُّلمان او العيّوف، وهي تبتعد عن الأرض بأربع سنوات ضوئية. وتليها نجمة «النّسر الواقع»، وتبتعد عن الأرض بأربع وعشرين سنة ضوئية. أما النجمة القطبية فتبعد عن الأرض ٤٠٠ سنة ضوئية.

وقد قدّر الفلكيُّون كذلك الحجمَ الحقيقيَّ للنجوم اعتماداً على نُورانِيَّتِها وعلى المسافة التي تفصِلُها عن الأرض. فهناك نجوم عملاقة ونجوم قزميّة ونجوم تحت

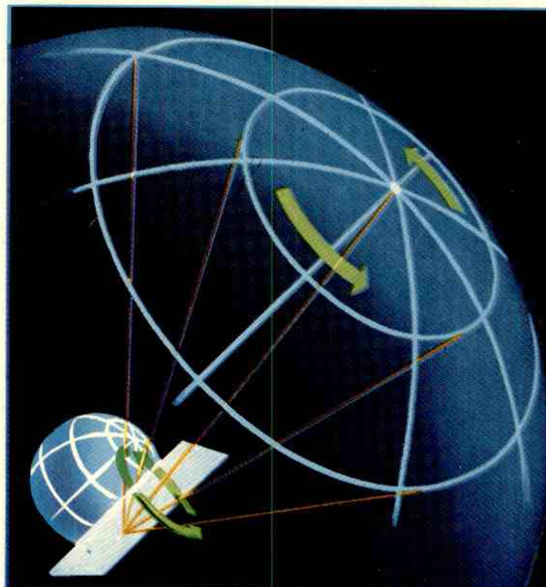
الحَرَكات الظّاهرة للنُّجوم

إن حَرَكة دوران الأرض تجعل النّجوم تَظْهَر وكأنها تَتنقّل في السّماء مُتبعَةً مسالكَ دائريّة يمثل قُطبَا السّماء مراكزها.

والنّجوم الدّائريّة هي التي تكون أكثر قربا من قطبَي السّماء. وهي تقَع دائما فوق خط الأفق. وخلال النهار يحول ضوء الشمس دون رؤيتها بالعين المجردة. وبالعكس فإننا نتمكن من رؤية النجوم الأكثر بعدا والتي تظهر في الأفق الشرقيّ وتغيب في الجهة الغربية.

والقطبان الشرقي والغربي هما النقطتان الوحيدتان في الكرة الأرضية اللتان لا يمكن أن نُشاهد فيهما إشراق وغروب النّجوم فهي تتبع خلال الليل مساراً من الشرق إلى الغرب موازيا لخَط الأفق.

وبالمقابل، ففي خط الاستواء يمكن أن نلاحظ أن

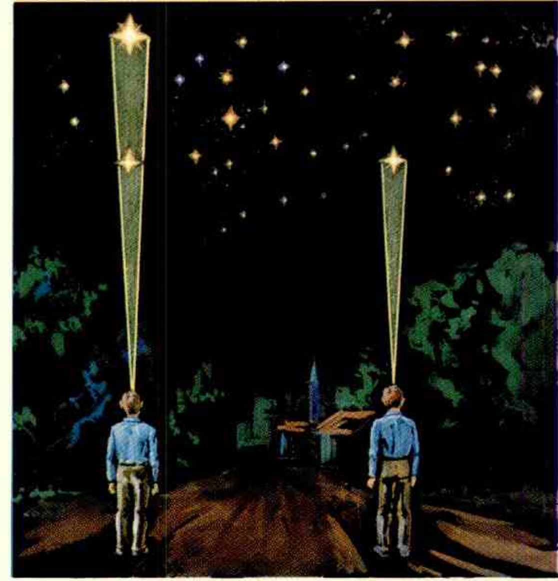




لماذا توجد النيازيك؟

غالباً ماتترائى لنا في القبّة السماوية سحب ضوئية، تعرف بالنّيازك او الشُّهب. والنّيازك هي عبارة عن قِطع نجمية صلبة مُتوَهِّجة بوُلُوجها الفضاء الأرضي. وذلك بفعل اتصالها بغازاته، وهي تظهر لنا على شكل كُرات نارية مُتوقدة. وهي تبدو وكأنها مائلة الى السقوط ولذلك تسمى بالرُّجم. وقد تسقط على الأرض تلك القطع التي لا تحترق نهائيا. وتعرف بالأحجار النّيزكيّة أو النّشابات، وهي أحجام ضخمة قد تخلف على سطح الأرض حفراً كبيرة على شكل فُوّهات البراكين. ومن أشهر هذه الحفر فوّهة نشاب أريزونا بالولايات المتحدة، و يبلغ قطرها حوالي ١٥٠٠ متر وعمقها ١٩٦ متراً، وقد نتج عن سقوط حجر نيزكي كبير الحجم يظهر أنه لازال مستقراً في قاع الحفرة على عمق ١٢٠ مترا من مستوى قعر الفُوَّهة.

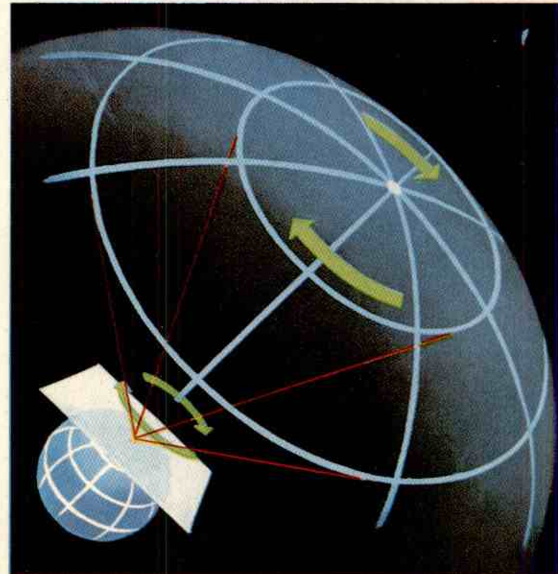




إن هاتين النجمتين تختلفان من حيث نُوارنيّة كل واحدة منهما. فنُوارنيّة النجمة الكُبرى تعادل قوّتُها ضعف نوارنيَّة الصغرى. ومع ذلك فالنّجمتان تظهران بنفس اللّمعان لأن النجمة ذات النور الأوْفَر مبتعدةً بمسافةٍ كبيرة عن الأخرى.

جميع النجوم تُشرق وتغيب تعامدياً مع خط الافق، وتبقى غير مَرْئيَّة خلال مدة اثني عشرة ساعة بالضَّبط.

هذه الرّسوم تُبيِّن جيدا أنّه في القُطب الشمالي، نعاين النّجوم وهي تتنقل في خط متوازٍ مع خَطِّ الأُفق، بينما نلاحظ أنها تتنقل فوق خط الاستواء في خطٍ متعامد بالنسبة لنفس الخط، ويتغيَّر مظهر القبة السماوية بمجرد أن نتنقل في اتجاه خط العرض.



ما هو حَجْم النجوم؟

القزمية.

وعند المُعاينة المُتَأنّية لبعض النّجوم ذات الحجم الكبير كالشعرى واليمانية ومنكب الجوزاء، يمكن ملاحظة أن الكواكب لا تتوفّر كلها على نفس اللّون. فالشعرى اليمانيّة نجمة بيضاء مزرقة ومنكب الجوزاء مُورّدة اللّون بينما النجمة القطبية بيضاء. ويحدد لون النجمة بدرجة حرارتها الخارجية، تماماً كجمرة نارٍ حين تكون باردةً تتخذ لوناً رمادياً، بينما يكون لها بالتتابع لون أحمر صاف ثم لون أبيض مُتَوقّد حين تكونُ متوهجة. وهناك نجوم باردة لا تراها العين ونجوم حمراء مائلة إلى اللّون البرتقالي وتبلغ حرارتُها ٣٠٠٠ درجة، وهناك أيضاً نجوم صفراء ومنها الشّمس التي تبلغ حرارتها ٦٠٠٠ درجة، ونجوم بيضاء كالشعرى اليمانية والنسر الواقع وتصل حرارتُها الى حوالي ١٠,٠٠٠ درجة. وكلما ارتفعت حرارة النجمة كلّها مال لونُها إلى الأزرق الكادر.

وقد مَكّنت التّحاليل والدّراسات المُعاصرة حول الضوء المنبعث من النجوم وأطيافها من تقدير وقياس درجة الحرارة واللون والنّورانية والبُعد والحجم المُطلق والتّركيب

لما تلمع بعضُ النجوم أكثر من غيرها؟

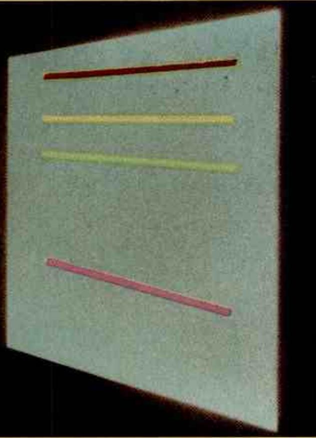
تحليل الأطياف السّماوية:

مفعول دوبلر : إن الحركة الأصلية للنجوم تجعل الفضاء الذي توجد فيه الموجات المُرْسَلَة يتغيّر كما يَتَغيّر طول موجات الاشعاع نفسها.

ومن اهداف الفِلَاكة ، مَعرفة بِنية النّجوم وأصلها وتطورها. وبالمطياف (منظار التحليل الطيفي) نتمكن من تحليل نور النجوم والحصول على عدة معلومات بشأن ظواهرها.

والصورة الطّيْفية تؤخذ عن طريق جعل شعاع ضوئي يخترق مَوْشُوراً. وتحليل الخطوط السوداء التي تفصل بين الأشرطة المكونة التي تتراوح ألوانها ما بين الأحمر والبنفسجي، يمكننا من التعرف على الطبيعة الكيماوية للمواد المكوّنة للنجوم وعلى ظروفها الفيزيائية. وبالفعل فالخطوط السوداء للأطياف الضوئية ،تناسب الخطوط المنيرة التي يتمّ الحُصُول عليها في مختبر حول الأطياف المنجزة خلال تبخر المواد الكيماوية.

ويُمَكّن وضع الخطوط وتنضيدها من معرفة نوعية



الذّرة التي ترسل نوراً معيناً.

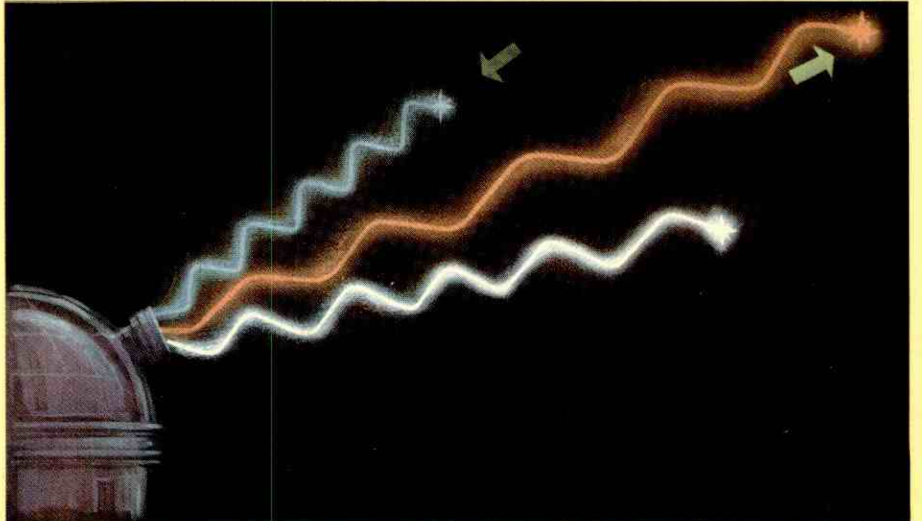
وانطلاقا من عَرض الأشرطة المكونة يمكن قياس حرارة سطح النّجمة. ووفق القوانين الفيزيائية فإن جسما ما حين يتم تسخينه بشكل متكاثر، يرسل ضوءا أحمر ثم يتناقصُ طولُ مَوْجته تدريجياً ويميل لونه إلى الصفرة والزرقة وهو ما يعرف بقانون و يين Wien.

وعليه، يمكن الاستنتاج أن النجوم الحمراء هي تلك النجوم ذات الحرارة المُنْخفِضَة على السطح بينما النجوم الزرقاء تكون حَرَارَتها أكثر ارتفاعاً.

حركات النجوم

يوفّر تحليل الصّوَر الطّيْفِيّة كذلك مُعْطَيات ومعلومات حَوْل الحركات الحقيقية للنّجوم.

وتظهر النجوم ثابتة نظراً للمسافة الطويلة التي تفصلها عن الأرض، غير أنها في الواقع تؤدّي حركات تكون أحيانا مسرعة ومختلفة بعضها عن بعض. ولا يمكن اكتشاف



مفعُــــول دُوبْلـــــر:

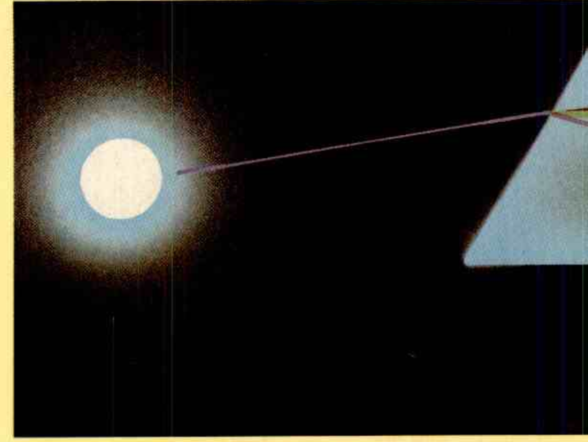
بفضل حركات أصْلية يتغيّر الفضاء المحتوي على الموْجات المُرْسَلَة كما يتغيّر طولُ هذه الموجات نفسها.

الكيميائي للنّجوم. وهكذا اكتشف الفَلَكِيُّون أن ٩٢ عنصراً كيماويّاً من العناصر المعروفة على الأرض حاضرة كذلك في النجوم.

و بالإمكان أن نلاحظ في السماء ظاهرة النجوم الجَديدة، إذ يَظهر للعين المُجردة تَلأْلُؤ وَوَميض نجمةٍ كانت خفيَّة ثم شيئاً فشيئاً تستعيدُ نورانيّتها الطبيعية. وَمَرَدُّ هذه الظاهرة إلى انفجار كوكب أو ولوج كتلة نجمية في سديم.

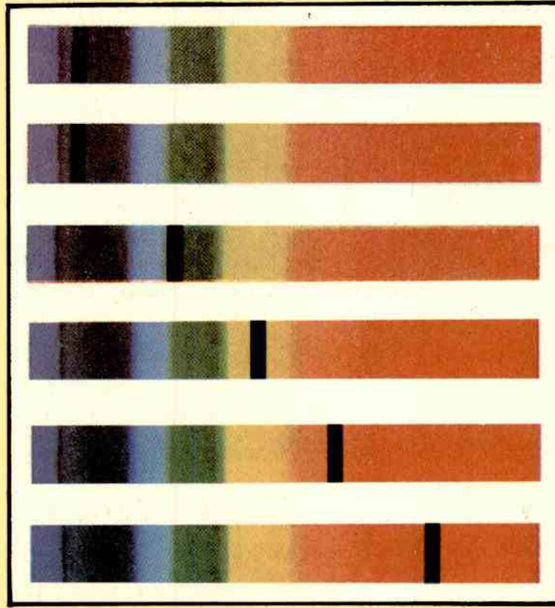
وقديما كان الاعتقاد سائداً أن النجوم الجديدة كانت تنْتج عن اصطدام نَجمتين وهذه الفَرَضيّة خاطِئة. إذ أن الفضاء من السّعة بمكان بحيثُ يندر أن يشهد اصطدامات من هذا النوع. و يرجع الاشتعال المُباغت لنجمة جديدة إلى نوع من الاضطرابات الحاصلة داخل النّجمة ذاتها.

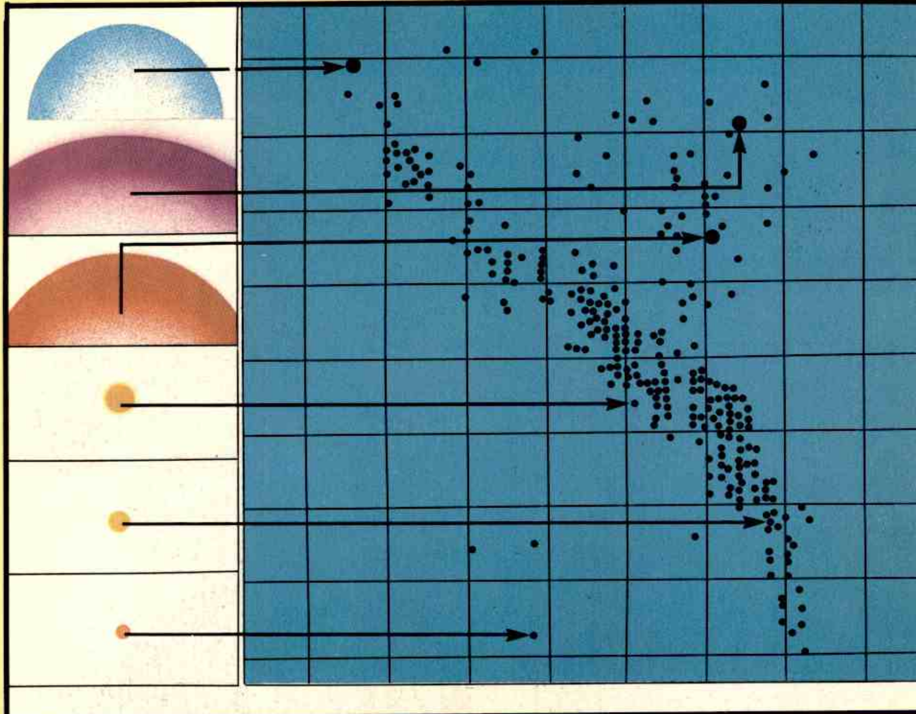
ويمكن القول إن ٨٠٪ بالمئة من نجوم المجّرة نجوم مُزْدَوجَة. وهي نجوم تَسْري مثْنَى مَثْنى، وتدور النجمة الصّغيرة حول النجمة التي تكبرها حجماً. وغالباً ما يقترب عنصرا النّظام المُزدوج من بعضهما إلى درجة تشو يههما معاً بفعل قوى الجاذبية، كما يُمكنُهما أن يدخلاَ



في الرسم الأيمن يظهر الرّسم التّخطيطي هيرتز- سبرونغ - روسيل المعروف في العالم بحرفي (H.S هـ - س). وقد بَلْوَرَهُ العالِمان في نفس الفترة، أوّلَها في أوروبا وثانيهما في الولايات المتحدة، وذلك لتَصْنيف النجوم حسب نُورانِيّتها بالنسبة للشمس.

نلاحظ في الرسم التبياني أن أغلب النجوم يوجد في منطقة معينة تحمل اسم «المُتتالية الأساسية» وتمثل الشّمسُ النموذج الأول فيها.





ومعاينة هذه الحركات الا بواسطة التّحليل المطيافي. ويتم قياس الخطوط الطّيْفية التي ترسلُها عناصر كيماوية تُوجَد في النجوم ويمكن مقارنتها بالخطوط التي تنبعث من نفس العناصر أثناء تحليلها في مختبر. وإذا اقتربت نجمةٌ ما من الأرض فإننا نلاحظ أن لونَ ضوئِها مُزْرَق. وبالمقابل، إذا كان مصدر الارسال بعيداً عن الأرض، حيث يتضاعف طول المَوْجات، فإن لون الضّوء،يكون آنذاك مُحْمَراً. وفي مَيْدان الكيمياء تعرف هذه الظاهرة بمفعول « دوبلر ».

وبالاضافة إلى ذلك، فإن دراسة الحركات الحقيقية تمكّن كذلك من معرفة ما كان عليه مظهر السماء في الماضي،وما يمكن أن يكون عليه في المستقبل.

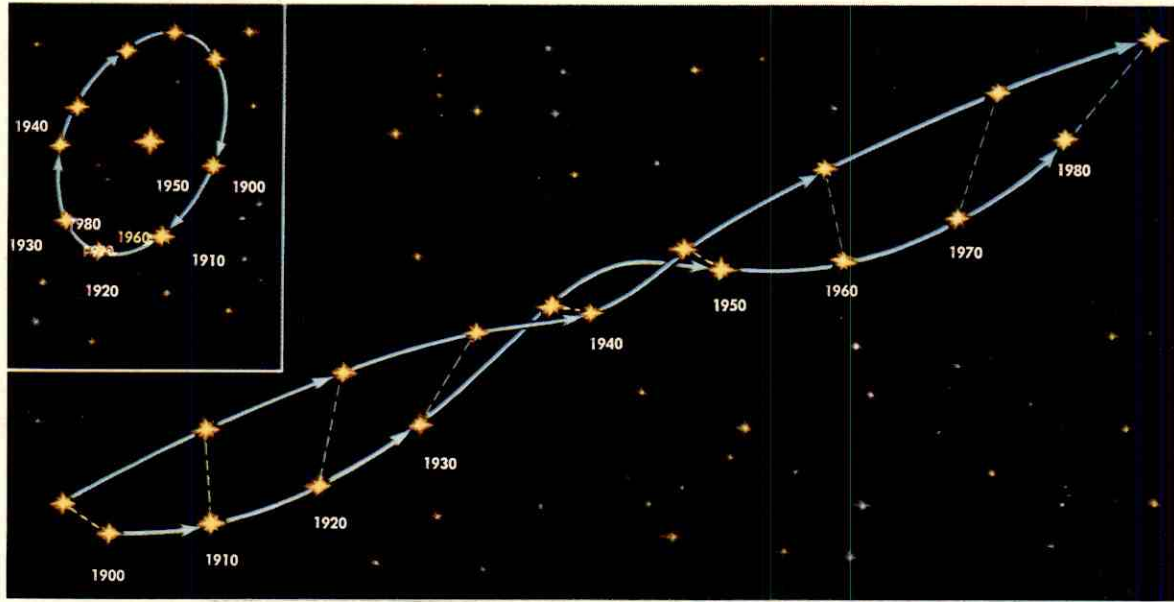
المُـــذَنَّبـــــات :

في العصور القديمة كانت المذَنَّبات (الأنجم ذوات ذَنَب) تُعتبر من دلائل الشُؤْم. وهي عبارة عن أجسام سماوية غريبة ذات تحركات مَدارية إهْلِيلَجية حول الشمس. والمُذَنَّبات الموْسمية تظهر في أزمنة متفاوتة بينما المُذَنَّبات غير الموسمية تغيب بصفة نهائية وفي هذه الحالة يكون مَدارها مُكَافِئا.

وتوجد بمركز المُذَنّب نواة مضيئة يتراوح قُطرها بين كيلمتر. وتحيط بهذه النواة طبقة متلألئة تُعرف بالذَّيْل تمتدّ على شكل ذَنَب قد يصل طوله ٣٠٠ مليون و يتخذ اشكالاً غريبة، حيث يكون تارة رهيفاً ومنتظما،وتارة أخرى متفتحا وذا شكل مِرْوَحي هَائِل.

صورة للمُذَنّب «وِيست» التُقطت بتاريخ ٦ مارس ١٩٧٦.





الرسم أعلاه ، يُبين حركة النُّجوم المُزْدوجة.

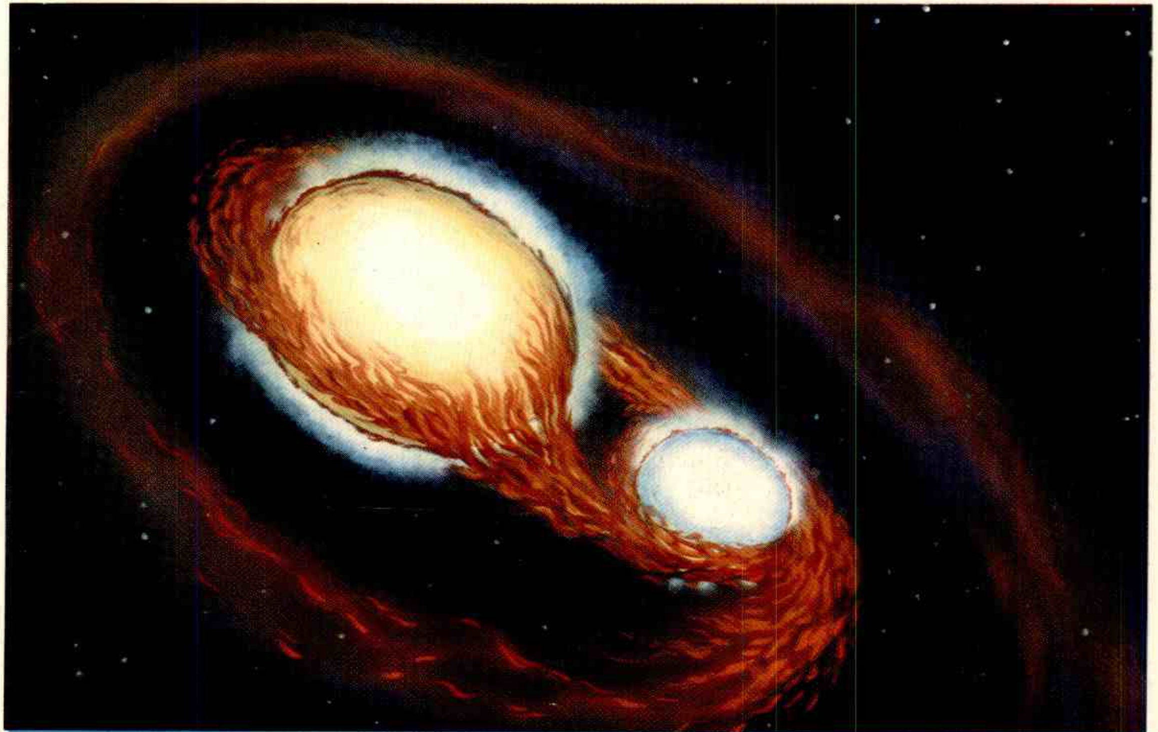
في الرسم أعلاه تمثيل لِحَركة النجوم الخاصّة:إحدى هذه النجوم تدُور حول الأخرى، بينما تنتقل الإِثْنَتان معا في السماء. وتستغرق الدَّورة خمسين سنة.

وتظهر حركةُ دَوَران النجمتين واضِحة حين نتخيّل أن مركز انجذاب هذا النظام المزدوج مستقرّ: آنذاك نلاحظ أن النجمة الكبرى هي التي تدور دائماً حول النّجمة الأُصغر منها حجماً.

في سَيْرورة ينْزعان عن بعضهما البعض الموادّ المُكَوّنة لَهُما.

وتوجد كذلك نُجوم مُتغَيّرة النّورانية، و يرجع ذلك إلى أسباب داخليّة. وتتضاعفُ نورانية النّجمة بانتظام ثم تبدأ في التقلّص. وتُبرز دراسة المَفَارق الطّيفية أن الحدّ الأقصى للنورانية يناسب تكبيراً للنّجمة بينما حدُّها الأقصى يناسب تَقَلُّصها . وتعرف هذه النّجوم بالنّجوم المُتَغَيرة المُتَذَبْذِبة ولا يُعرف لحدّ الآن،السببُ الحقيقيُّ لاهتِزازها.

و يشاهدُ الفَلَكيُون في الُقبّة السماو يّة الزّرقاء أشياء



وظواهر أخرى ذات أهمية قُصوى، مثل المُذَنّب (نجم ذو ذَنَب) والرُّجم والنَّيازك.

والنَّيازِك،هي عبارة عن أجسام سماو ية تتكون من نواةٍ ساطعة ينطلق منها ذَنَب تُشكله أساساً مادة غازية.

أما الرُّجُم، فهي ليست نُجوماً حقيقية ولكنها أجسام سماو يّة تُعرف بالنَّيازِك وهي في الواقع شَذَرات من الصُّخور.

ومادامت الأجسام السّماو ية،معلقة في الفضاء البَيْسَيَّاري (بين السَّيَّارات) فهي لن تسقط، ولكنها حين تجذبُها الأجواء الأرضية، فإنها تَهْوى من أعلى ولذلك تُسمى بالأنجم السّيّارة أو الرُّجم أو النّيازك. وأغلب هذه القطع الصّخرية ينتهي بها المطاف إلى الانسحاق الذي لا تَنْجُو منه في بعض الأحيان سوى القطع الضّخمة التي تجري نحو الأرض مُخلّفة عند وقوعها ثُقُوباً واسعة.

الكَـــوَاكِـــب

إن النّجوم مُتناثرة في الفضاء اللاّمحدود دون أن تخضع إلى نظام وترتيب محدودَين. فبعضها مُتقارب والبعضُ الآخر بعيد جداً. وإذا قُمْنا برسم خطوط خياليّة تَصِلُ بين نُقطها فإننا سنحصُل على رُسومٍ غريبةٍ. وهذه الرسوم هي المُظهرة لشكْل كواكب النّجوم المُختلفة، وقد أَلْهَم الشّكلُ المُمَيّزُ لكل كوكبة الأقْدمين صُوراً للحيوانات والأشياء والشّخصيات الأسطورية. و يبلغ عدد كواكب الشمال ثماني كوكبات وأشهرها كوكبة «الدّبّ الأكبر»، وهي مُكوّنة من سبعة نجوم، أربع منها تمثّل المركبة والثّلاثة الأخرى متراصّة على شكل عريش. أما «كوكبة» «الدّبّ الأصغر» فتشملُ بدَوْرها سبعة نُجوم تمثّل مَرْكبةً صغيرة وتُعْرفُ آخر نجمةٍ في عَريشها بالنجم القُطْبي وهي أقرب نجمة إلى القطب الشّمالي المُمْتدّ نحو السّماء. ونجمةُ القطب هذه هي التي تدُلُّنا على جهة الشّمال ولذلك فهي ذاتُ أهمية بالنّسبة للملاّحين والبحّارة الذين يستدلّون بلَمَعانها على وِجْهَتِهم حين يَتيهُون في البحار.

و يبلغ عدد الكواكب الجنوبية ٤٨ كوكبة. ونذكر منها على سبيل المثال كوكبة الجبّار المستعملة كذلك في الاستدلال عن الاّتجاه وكوكبة العيّوف (او الظّلمان) وكوكبة الكلب ثم كوكبة «صليب الجنوب». وفَلَك أو منطقة البرُوج الذي اشْتُقّ اسمه اللاتيني (زوديَاك) من اللّغة اليُونانية معناه «طريق الحيوانات». يتكون من إثنتي عشر كوكبة وهي: الحمل والثور والتوأمان والسرطان والأسد والعذراء والميزان والقَوس والجَدي والدّلو والحُوت.

وتَنْتَظم الكواكب على شكل دَائرة طولَ الطريق الكوكبي الذي تقطعه الشّمسُ بكيفيّة ظاهرة وهي تَدورُ حول الأرض. وتتلاحقُ هذه الكواكب بفاصلٍ مُنتظم إلى حدٍّ مَا، بحيْث نُشاهد تعاقُبها في السّماء بمُعدّل كوكَبَةٍ في الشّهر بدْءً بكَوْكَبَة الحَمَل التي تظْهرُ يوم ٢١ مارس وانتهاء بكوكبة الحُوت.

منذُ أقدم العصور والإنسان يستلهم الكواكب والنجوم و يَعتبرها دَلائل وعلامات يسترشدُها لمُباشرة أنشطته اليومية. فكان يربطها بحياته أثناء السّلم والحرب و بأعماله المعاشية كالزراعة والصيد وغيرها. وإبداعاته الأدبية والشعرية. وقد قام الأقدمون برسم خطوط وهمية بين النجوم الأكثر لمعاناً ليستنبطوا صوراً للآلهة والأبطال والحيوانات الأسطورية وقد سمّوا هذه الرسوم بكَوْكبات النجوم. ومن أهم الكوكبات الشمالية كوكبتا الدُّب الأكبر والدب الأصغر.

وآخر نجمة في عريش الدّب الأصغر هي النجمة القطبية التي تُستعمل في الإستدلال على الإتجاه لكونها تقع في أقصى نقطة شمالية في السماء، ولكي يتم الوُقوف عليها يكفي مدّ المجال الفاصل بين النجمتين الخلفيتين في كوكبة الدّب الأكبر.



سبع البحر
النهر
رجل الجبار
الجوزاء
الثور
الدبران
الكبش
المثلث
السمكة
الدلو
الفرس الاعظم
التيس
يد الجوزاء
الكلب الاكبر
التوأمان (الجوزاء)
المناز
ذات الكرسي
الكلب الاصغر
المتلهب
نجمة القطب
راس التوأمان المؤخر
الدلو
الدلفين
السرطان
الدجاجة
السلحفاة
الدب الاصغر
التنين
الشجاع
الدب الاكبر
النسر الواقع
ذنب الحيّة
السلوقيان
الاسد
الراي
هرقل
رأس الحيّة
الذؤابة
الكأس
الحواء
الغراب
العذراء
العقرب
الميزان
السنبلة

أيار
نيسان
آذار
شباط
كانون الثاني
كانون الاول
تشرين الثاني
تشرين الاول

بـرُوج السَّـمَـاء

الشمس

لماذا كان الأقدمون يقدّسون الشمس؟

تُعتبَر الشَمس الكوكب الرَئيسي في النظام الشمسي، وهي النجمة التي تَبْرُز بجَلاء وتَسْطَع من بين الكواكب الأخرى ممَّا جَعَلَها تَحْظى بالعديد من الدّراسات والأبحاث الفَلَكية وغيرها. وفي العُصور القديمة كانت رمزَ القوة والبَهاء حتى أنَّ البعض كان يُخَوِّلُها مرْتَبَة الألُوهيّة. وكانت الشعوب البدائية تعتبرُها مَصْدرَ الحرارة والنور والحَياة. و يُمكن القوْل إن الأرض بدون هذا الكوكب تبقى عُرْضَةً للبرد والظّلام والفَناء. ذلك أن مُجْمَل الحياة التي ينعمُ بها كوكَبُنا مرهون بالشمس، ولو اقتربتْ منّا أكْثر من اللازم أو ابتعدَتْ عنّا لتَوقّفتْ كل أشكال حياة أرضنا أو أصابها تغْيير جذْري لا يُمكن تصوُّره.

منظر رائع لغروب الشمس، هذا الكوكب الذي يرتبط به وجودُنا وحياتنا.



والشمس عبارة عن كُرة مُشِعَّة تَدُور حول نفسها في نفس اتّجاه دَوران الكواكب الأخرى.

وتَبْعُدُ الشّمسُ عن الأرض بِحَوَالَيْ ١٥٠ مليون كيلُمترا، أي ما يُعادل ثمان دقائق و١٧ ثانية في حساب السّنوات الضّوئية، ذلك أنّه يَلْزَمُنا ٥٧ سنة للوصول اليها ممتطين سيّارة تسيرُ بسرعة ٣٠٠ كلم في الساعة.

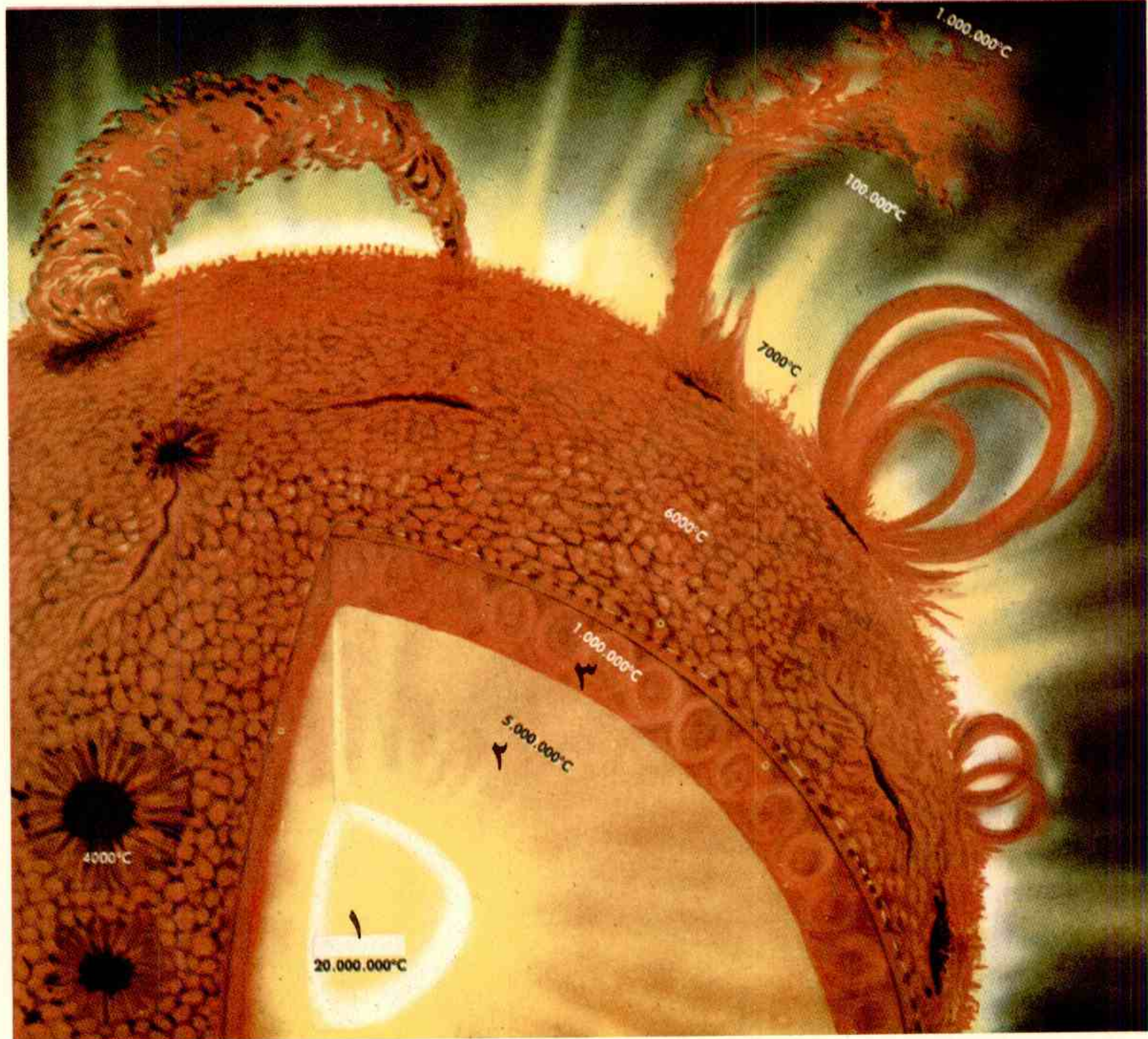
ولا تُعتبر الشّمس قريبةً منّا إلا بمقارنة المسافة التي تفصلنا عنها مع المسافات البعيدة جداً والتي تفصلُنا عن الكواكب الأخرى. أما من حيث حجْمها فإن الشمس تُعَدّ من بين الكواكب المتوسّطة، وهي عبارة عن نُقطة صغيرة تائهة وسط المَجرَّة. وإذا كان قُطْر الأرض يُقدَّر بـ

بعض الأرقام المتَعلِقة بالشمس:

— القُطر: ١,٣٩٠,١٧٦ كلم
— الكُتْلة: ٢١٠^٣٠ كلغ كتلة
— حرارة السّطح: ٥٧٠٠ درجة مئوية
— حرارة الغلاف الجوّي: ١,٠٠٠,٠٠٠ درجة مئوية
— حَرارة النّواة: ٢٠-٢٥ مليون درجة مئوية
— ضغْط النّواة: ١٠٠ مليار جو
— مُعدل الكَثافة: ١,٤٢ غرام / سم٣
— كَثافة النّواة: ٤٠.١٦٠ غ/سم٣

١٢,٤٧٠ كيلمترا فإن قُطر الشمس يُقدر بحوالي 1,4000,000 كيلمترا، أي ضِعْف قُطْر الأرض ١١٠ مرة. واذا اقتربنا من الشمس فانها سوف تَظهرُ لنا وكأنّها فُرْن نَوَويّ هائِل وَكُتْلَة غَازية مُتوهّجة يتحوّلُ فيها الهيدروجين

بنية الشمس والطّبقات الغازية التي تتكوّن منها:
١) النّـــواة
٢) سَطْح الشّمس النيّر
٣) المُحيط الجوّي وتظهر لنا السُّفَع والمقذُوفات الغازية.



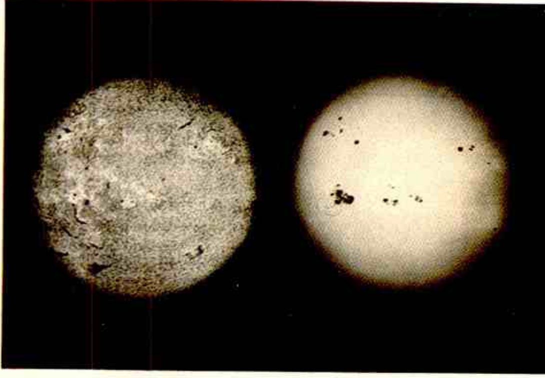
ما سِر تألقُّ نور الشمس؟

باستمرار الى الهلْيوم على درجة حرارية عالية. وتقدر حرارة سطح الشّمس بـــ ٦٠٠٠ درجة وحرارة باطنها تَفُوق العشرين مليون درجة. ولا تتعدى معرفتنا لحقائق وخصائص هذا الكوكب ما يظهر على سطْحه،حيث تظهر المادّةُ المكوّنة له على حالتها الغازية. ويجهل كلُّ شيء عن حقيقة باطن الشمس وعن نَوراتها. غير أنه بالامكان وَضْعُ رسم تِبْيانيّ لِبنْيتها على هذا النّحو: فهناك نواة يُحيط بها كلٌّ من السّطح النّيّر والمحيط الهوائي أو الجوّ.

فالنواة،هي الطرف الباطني من الشّمس، وتستحيل رؤيته بالمرقاب أو الرّاصدة. و يُفْترضُ أنّ مادّة النّواة تخضعُ إلى ضغطٍ يفوق مليار المحيطات الهوائية وأن حرارتها تتعدّى ٢٠ مليون درجة.

والسطح النّيّر أو الكُرة الضّوئية،هو سطح الشمس السّاطع المُشع بكثافة لأنه يتكوّن أساساً من غاز مُتأجّج. ولا نَنْسى أنّه لا يجوز معاينة الشّمس بالعين المُجردة أو بمنظار فلَكي، لأن ضَوْءَها قد يعمي العيْن لِشدّة توهُّجه، ويجب اتقاء ذلك استعمال عَدَسة مُسوّدة بدخان شمْعةٍ نضعُها بين العين وأشعّة الشمس.

وقديماً كان الاعتقاد السائد أن سطح الشمس مُتشَاكل وأمْلس ومُتَجانِس. إلاّ ان الأ بحاث الحديثة



مقارنة بين الضؤ الأ بيض والضؤ الأحمر في الشمس.

ما هي السُّفعة الشمسية؟

دَوْرَة السّفع الشّمسية:

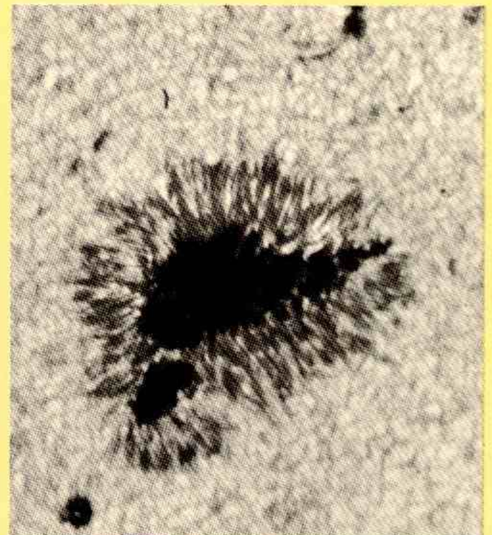
إن امتدادَات وأحجام السُّفع الشّمسية تتضاعَفُ وتتقلّص بصفة دَوريّة. وقد تستغرق الدّورة الواحدة حَوالَيْ ١١ سنة، إلاّ أن الدّورات تختلفُ فيما بينها اختلافاً بسيطاً.

فخلال النّصف الثاني من القرن التاسع عشر،لوحظ وجود عَلاقة بين دورة الإحدى عشر سنة الخاصّة بالسّفع الشمسية و بين تغيّرات زاوية انحِناء حقْل الجاذِبيَة الأرضية.

وهذه الزاوية تشمل خطّ الإتجاه الشمالي السّنوي تظهر النجمة القُطبية في طرفه وخط الشمال المغنطيسي الذي يشير إليه عَقْربُ البوْصَلة.

وتتغيّر زاوية الإنحراف تغيّراً طفيفاً من يوم لآخر. واذَا وضَعْنا معدّلاً سنوياً لقيمتها اليومية فسنُلاَحظ أنها تتغيّر دوريّاً كل إحدى عشر سنة.

وقد حاول بعض العُلماء ربط علاقة بين دورة السُّفع الشمسية و بين بعض الظّواهر الأرضية، مثل مياه البُحيرات الكبرى في إفريقيا أو عرض الفواصل الموجودة بين حَلَقات جذوع الأشجار السنوية. ولكن تلك المُحاولات لم تستطع تأكيد عَلاقة التفاعل تلك بصفة عِلمية.







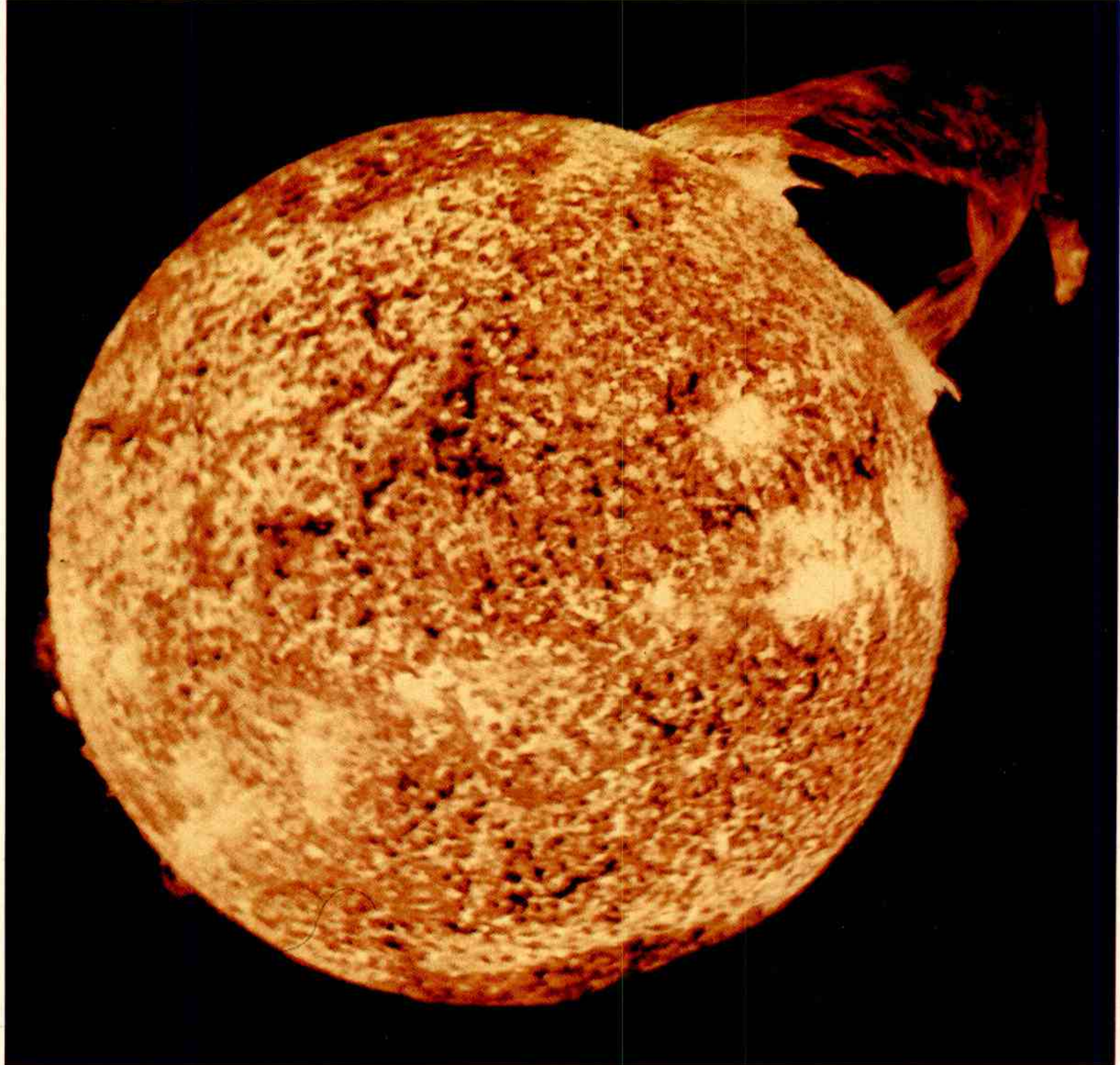
المُنْجَزة بواسطة آلات فُوتوغرافية متطورة وخاصّةً أثناء فَترات الكُسوف، أثْبَتَتْ، عكس الاعتقاد السابق: أن سطح الشمس جَبَليّ الشّكل ومُحَدب الى حدٍّ مَا، وتَشُوبُه شُقوق عميقة وواسعة قد تتسع لاحتواء كُتلة الأرض مُكَّبرة عشرة أو عشرين مرة.

وهذه الشّقوق والثّغرات،قد سبق لغاليلي ان اكْتشفها سنة ١٦١١ وعرفت آنذاك بالسُّقع الشمسية. وتنتُج عن زوابع ضَخمة ورهيبة تُثار في مُختلف جوانب السطح النّيّر، وبما ان درجة حرارة الغازات المتحركة داخله أقل من حرارة الغازات الأخرى المنبعثة من المناطق الشمسية الأخرى فإن هذه الشقوق،تظهر لأعيننا وكأنها بقع داكنة، وهي تتغيّر بدون انقطاع. فحين يكون نشاط الشمس في أوجه، فإن عدد الشقوق وامتداد السّقع الشمسية يتضاعفان. وهذه الظاهرة التي لا زالت غامضة لحد الآن، تحْدث مرَّة كلّ إحدى عشر سنة. وتُعرف المنطقة المركزية من السّقع الشمسية «بالظّلّ» أما المنطقة الخارجية وهي أكثر إضاءةً فتعرف «بالظّليل» وتقدّر سعة السّقع الشمسية الثلاثة ببضعة ملايين الكيلومترات المربعة كَحدٍّ أدْنى وخمسة ملايين من الكيلومترات المربعة كحدّ أقصى.وتوجدُ على نفس السطح كذلك «أنهار» من السّقع يصل طولها إلى ١٥٠,٠٠٠ كلم.

والسّقع الشّمسية باردة نسبياً، و يُحتَمل أن تكون عبارة عن منخفضات عميقة في السّطح الشمسي النّيّر. ولا يظهر مركزُها مُظلما إلا بالتّضَادِ مع تَنَوُّر السطح. ذلك أن حرارته تصلُ إلى حوالي ٤٠٠٠ درجة، أي أقلّ من درجة حرارة السطح النّيّر بـ ٢٠٠٠ درجة فقط.

وعند مُعاينة السّقع الشمسية التي تبدو وكأنها تتنقّل على

في الصورة أسفله: يمكن ملاحظة القُرص الشّمسي وإحدى مقذوفاتها، وقد التُقطت الصّورة بواسطة السّكايلاب.



لماذا «تنفجر» الشّمس أحياناً؟

جوّ الشمس والمقذُوفات الشّمسيّة

يقع المحيط الجوّي الأدنى فوق جوّ الشمس و يتراوح سُمكه من ٢٠٠ الى ٣٠٠ كلم وهو يحدّد مجال المرور نحو الطبقات الجوية الشمسية.

و يتمَّيز النّور الذي ينبعث من هذه الطبقة المتوسّطة حسب التحليل المِطْيافي بكوْنه يتوفَّر على خطوط امتصاصٍ دَاكِنة موْجودة على خَلْفيَةٍ مُضِيئَة.

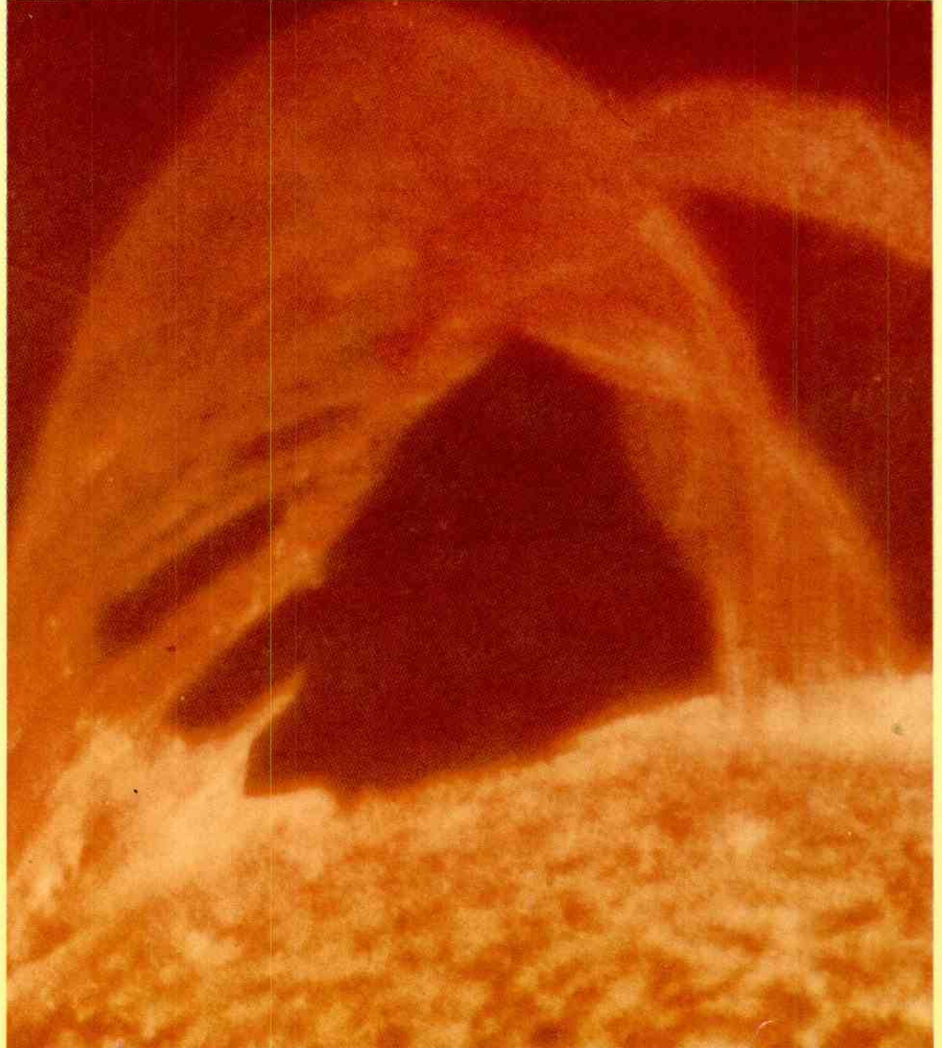
و يدلّ هذا على أنّ هذا النّور مُرْسَلٌ من قِبَلِ طبقةٍ من الغازات الباردة التي تمتصّ جزءً من الإشعاعات التي تُرْسِلها الطبقاتُ الأكثر حرارة والمَوْجُودة تحتها.

و يوجد جَو الشمس فوق هذه الطبقة وهو يظهر بلَوْنٍ أحْمَر خلال كُسوفات الشمس، و يتراوح سُمكه مابين ١٠,٠٠٠ كلم بينما محيطه مُنسَّل وغير مُنْتَظم.

و يتمَّيز الجو الشّمسي باضْطرابه المُتواصل تحت وطأة المقذُوفات الغازية القوّية.وهي عبارة عن التهابات غازية طويلة.

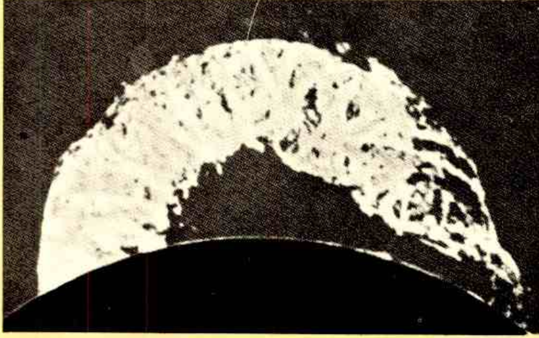
وترتفع هذه المقذُوفات إلى علّوٍ يصل الى ٥٠٠,٠٠٠ كلم و بسرعة ٥٠٠ كلم/س. وهي تبقى مُعَلّقة فوق سطح الشّمس لمدّة أسابيع طويلة قبل أن تَسْقط ثانية.

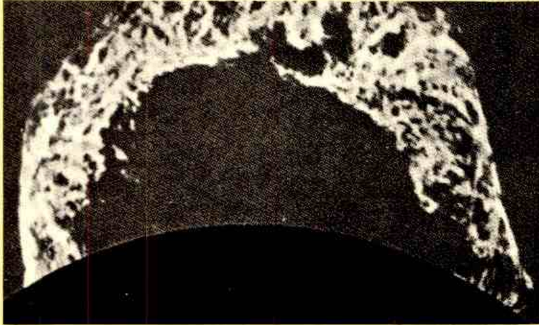
وترتبط المقذُوفات بالسُّفع الشمسية حيث تظهر مباشرة فَوْقَها أو على حُدُودها. وتكثر بالخصوص حين تكون السُّفع ممتدّة أكثر.

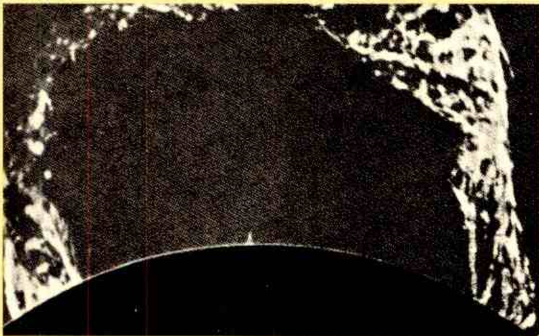


الشمس: منظر مفصّل لإحدى المقذُوفات الغازية.

في ٤ يونيو ١٩٤٦ على الساعة ١٦و٣. دقيقة كانت المقذُوفة على شكل قوس ذات مقاييس كبيرة جداً. وفي الساعة ٣,١٧. ارتفع القوْسُ بعلُوّ ٣٢٢,٠٠٠ كلم فوق الشمس.







سطح من الشرق إلى الغرب، اكتشف الفَلَكيون أن الشمس غير ثابتة ولكنها تقوم بحركةِ دَوَران حول مِحورها من الغرب إلى الشرق.

ودَوَرَان الشمس،ظاهرة بالغةُ التعقيد، لكون السُّفع كلّها لا تتنقّل بنفس السّرعة. ففي المناطق الاسْتوائية تستغرق فتراتُها ٢٥ يوماً وعلى خطّ عرض ٤٠ درجة تستغرق ٢٧ يوما وعلى خط عرض ٨٥ درجة تستغرق ٣٤ يوما. و يدلّ ذلك على أن الشمس لا تدور على النّحو الذي تدور به الأجسام الصّلبة،ولكنّها تتكوّن من عدة طبقات بحيث تخلق ظواهر اختلاط هائلة.

والمحيط الهوائي الشمسي،هو ذلك الغِلاف الغازيّ الخارجيّ، وهو يتميّز بلَمَعانه وتورّد لونه، ويمكن أن نبصره خلال كُسوفات الشمس الكّلية.

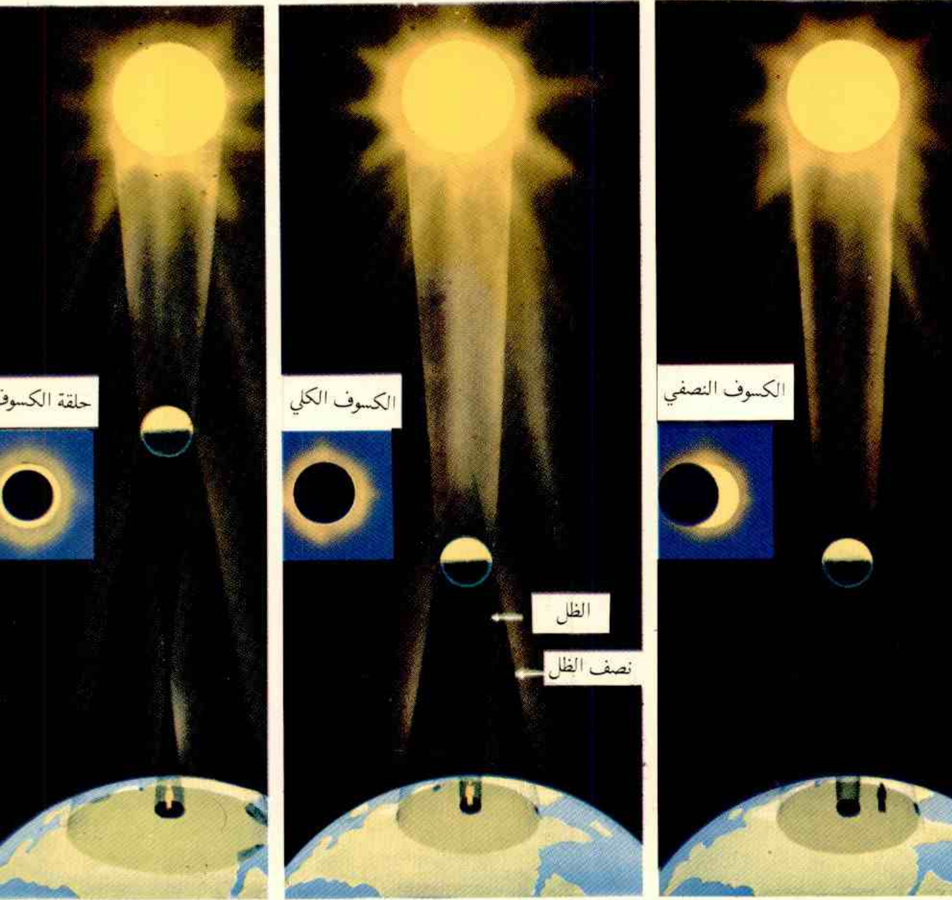
وإذا كان هناك تمييز ظاهِري بين قشرة الأرض الصّلبة والمُحيط الهوائي الغازي، فان المُحيط الجويّ الشمسي لا يَعرف له حدوداً بَيِّنة تفصِلُه عن السطح الشمسي النّير لأنّهُما معاً مُكوّنان من الغازات.

و يشملُ المحيط الجوي الشمسي ثلاث طبقات: الطّبقة أو البيئة الدُّنيا وجو الشمس أو البيئة المتوسّطة وتاجُ الشمس أو البيئة العُليا.

و يبلغ سمْكُ الطبقة الشمسية حوالي ٦٠٠ كلم وهي مكونة من الهدروجين والأزوت والهِيليوم ومن البُخارات المعدنية. وعندما نقوم بفحْص النّور الذي ينْبعث من هذه الطّبقة بواسطة مطْياف خاصّ يمكن لنا ملاحظة عدد من الشقوق الدّاكنة على خَلْفِيّةٍ صافيةٍ. و يدل ذلك على أن ذلك الضّوء صادر عن طبقة غازية تمتصّ جزءً من الاشاعات التي تُرْسِلُها الطبقاتُ التَّحتِيّة ذاتُ الحرارة المُرتفعة.

و يوجدُ جوُّ الشمس فوق الطبقة،و يعرف بهذا الإسم لأنّه خِلال كُسوفات الشّمس يظهر على لون أحمر، وسمْكُه حوالى ١٠,٠٠٠ كلم وهو مكون من غَازَيِ الهيدروجين والهيلْيُوم. و يُصابُ جوّ الشمس باضطرابات عنيفة تثير مقْذُوفات غازية. وهذه الأخيرة عبارة عن الْتهابات غازية ترتفع إلى عُلوٍ يصل ٥٠٠,٠٠٠ كلم و بسرعة ٥٠٠ كلم في الثّانية. وتبقى هذه المَقْذوفات الغازية مُعلّقَةً ما وراء السطح لمُدّة عدّة أسابيع ثم تَسقُط بعد ذلك.

وترتبطُ المقذوفات الغازية بالسُّفع الشّمسيّة على اعتبار أنها تظهر بالضّبط فوقها، وتكْثُر بالذات في المناطق التي تكون فيها السفع في أوْج نشاطها.



ظاهرة الكسوف والخُسوف ترجع إلى الأوضاع التي قد يتخذها كلّ من الشمس والأرض والقمر بعصها بالنسبة لبعض. فكُسوف الشمس يحدث حين يغطي القمر قُرص الشمس كلّه أو جزءا منه (الرّسمان ١و٢). أما خسوف القمر فيتمّ بسبب الاختلاف بين قطر الشمس وقطر القمر.

ما التّاج الشمسي فهو الطرف الخارجي من المحيط الجوي الشمسي. وسمْكُه ٣٠٠,٠٠٠ كلم و يظهر على شكل طَفاوَة منيرة باهِتة على غرار ضوء القمر. و يُمكن أن نُشاهد التّاج الشمسي إلاّ أثناء الكُسوف الكُلّي للشمس، حين يحْجَب قرص الشّمس وراء القمر.

وتتضاعف دَرجة حرارة البيئة الشّمسية تناسُبِياً مع الارتفاع. ففي أسفل الجوّ الشّمسيّ تصلُ الحرارة إلى ٧٠٠٠ درجة وفي قمته قد بلغت ١٠٠,٠٠٠ درجة أما في التاج فهي تصل إلى مليون درجة.

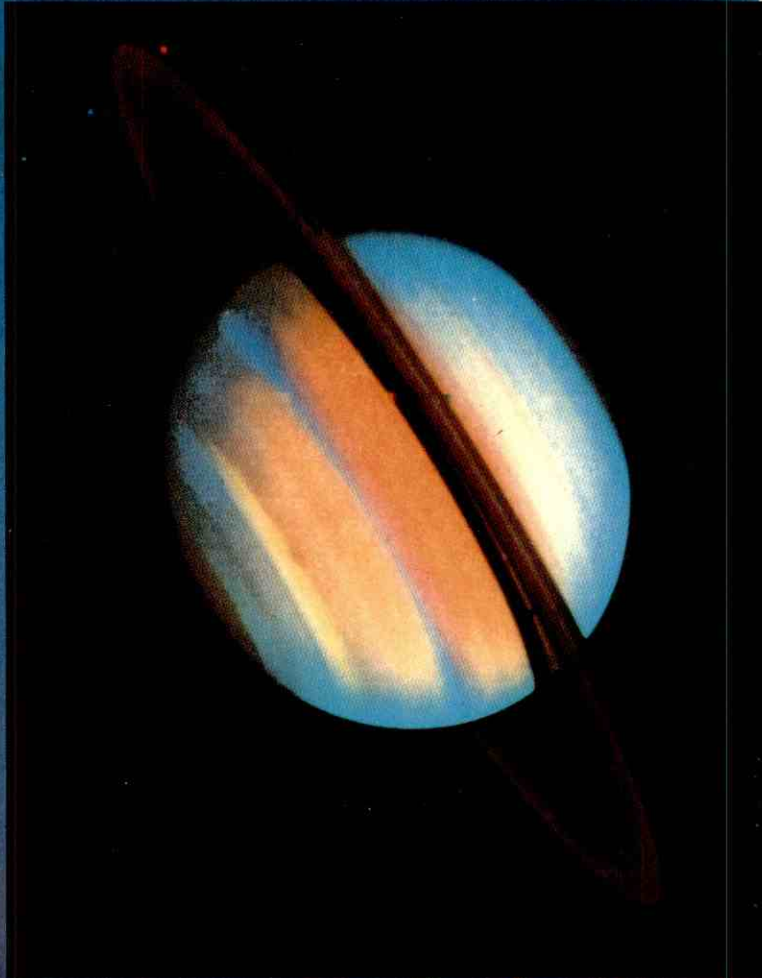
بِنْيَة النّظام الشّمسي:

الكَوَاكب

يعتبر النّظام الشّمسي من أعْقَد الأنْظمة الكَونية المعرُوفة لحَدّ الآن. وهو يتكون من العناصر التّالية: تسعة كواكب و٣١ كوكبا تابعا وحوالي ١٠٠,٠٠٠ كوكب صغير وحوالي ١٠,٠٠٠ مُذَنّب وعدد لا يحصى من النّيَازك.

ومن أبرز خصائص النّظام الشمسي هو عُزْلته. ذلك أن أقرب نجمةٍ إليه تَبْعُد عنه بـ ٤,٥ سنة ضوئية.

وتبتعد الأنظمة السّماوية كذلك بعضُها عن بعضٍ، إلا أن نجوماً عديدة تُشكِّل أنظمة مُزدوجةً أو مُتَعدِّدة، فمن الصّعب إيجادُ أنظمة سَمَاويّةٍ تحتوى على أكثر من ستة عَناصِر.









والكواكب السّيارة عبارة عن أجسام سماو ية مُنْطفِئة. ونحن نتمكّن من رؤيتها لأنّها تعْكِسُ نورَ الشمس. وتعرف قدرتُها العاكسة بـ «البَياض»، و يرجع أصلها إلى العلاقة الموجودة بين الضّوء المُنعكس و بين النّور المُلتقَط من الشمس.

والنّهارُ هو الزّمان الذي تستغرقُه أثناء القيام بدورة كاملة حوْل نفسها. و بطبيعة الحال، فان لكل «نهار» مدّته الزّمانية الخاصّة به. فنهار الأرض مثلاً يسْتغرق ٢٤ ساعة ونهار عُطارد يعادل ٨٨ يوماً أرضيّاً، أمّا نهار المُشتري فيعادل عشرة أيام من الأيام الأرضية.

أما السّنة فهي الزّمان الذي يَلزم كلَّ كوكب لإنجاز دورة حول الشّمس. وهكذا فالسنة الارضية تستغرق ٣٦٥ يوماً وسنة المُشتري تعادل إثنتي عشرة سنة أرضية بينما تعادل سنة المريخ ٦٨٧ يوما.

وتقوم الكواكب السّيارة بإنجاز حركتين أساسِيتين، حيث تدور حول مِحورها وحول الشّمس. و بالنسبة للنّجوم،فالدّورةُ الفَلَكيّة هي الزّمان الذي يستغرقه كوكب لِكيْ يُنجز دَوَرَانَه حوْل الشّمس.

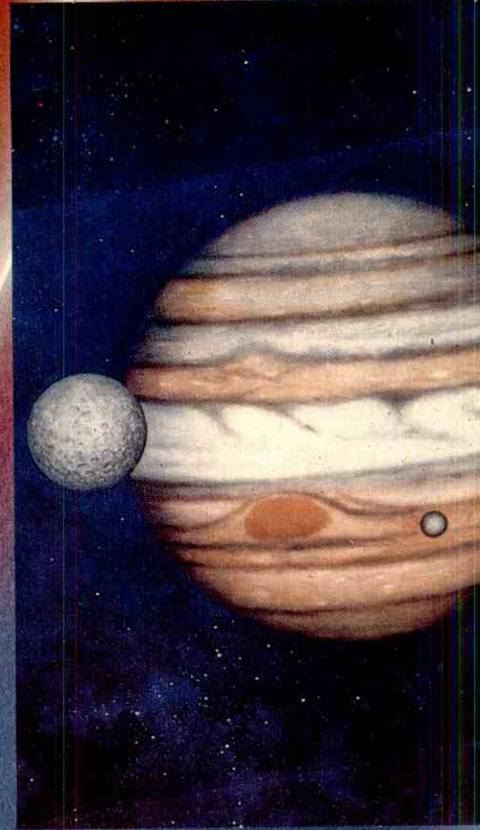
والدّورة الاقْترانيّة هي الزمان الذي يستلزمه استرجاعُ كوْكب مَا لِصلته بالشمس،أي حين يصبحان معاً في نفس الارتفاع الهَاجريّ.

أما الدّورة الاستوائية فهي الزمان اللاّزم لكي يستعيد كوكب ما ارتفاعه الهَاجريّ في السّماء.

وحسب اقترابهما من الشّمس،تَترتبُ الكواكب على هذا النحو: عطارد ثم الزهرة فالأرض والمريخ والمُشتري وزحل وأورانوس ونيْبتون و بْلُوتون.

في الرسم أسفله: تمثيل لِنظَامِنا الكَوْكبي. انطلاقات الكواكب الأكثر قُربا من الشمس يمكن التعرُّف بالتوالي على كُلٍ من عُطارد والزّهرة والأرض والمُشتري وزُحل وأورانوس ونبْتون و بْلوتو.





ما هو أصغر كوكب في الكوْن؟

الخصائص الأساسية لكوكب عُطارِد.

يقع عطارد والزّهرة بين الشمس والأرض و يُعرفان بالكواكب الداخليّة أو السُّفلية. أما الكواكب الأخرى فتدور خلْف الأرض وهي تُعرف بالكواكب الخارجية او العُلْوية. وعطارد هو الكوكب الأصغر حجماً في النّظام الشمسي، اذ تَصْغُر كتلتُه كتلة الأرض عشرين مرة. وهو في نفس الوقت أقربُ الكواكِب إلى الشمس. وتستغرقُ حركة دورته ٥٨ يوماً ودَوَرانُه ٨٨ يوماً. وتَصْعُب جداً مُعاينة هذا الكوكب وذلك لقُربه الشّديد من الشمس، أي بمسافة ٥٩ مليون كلم فقط. ولا يمكن رؤيتُه إلا في الصباح أو في المساء حين تكون الشمس في مهْبطها في الأفُق.

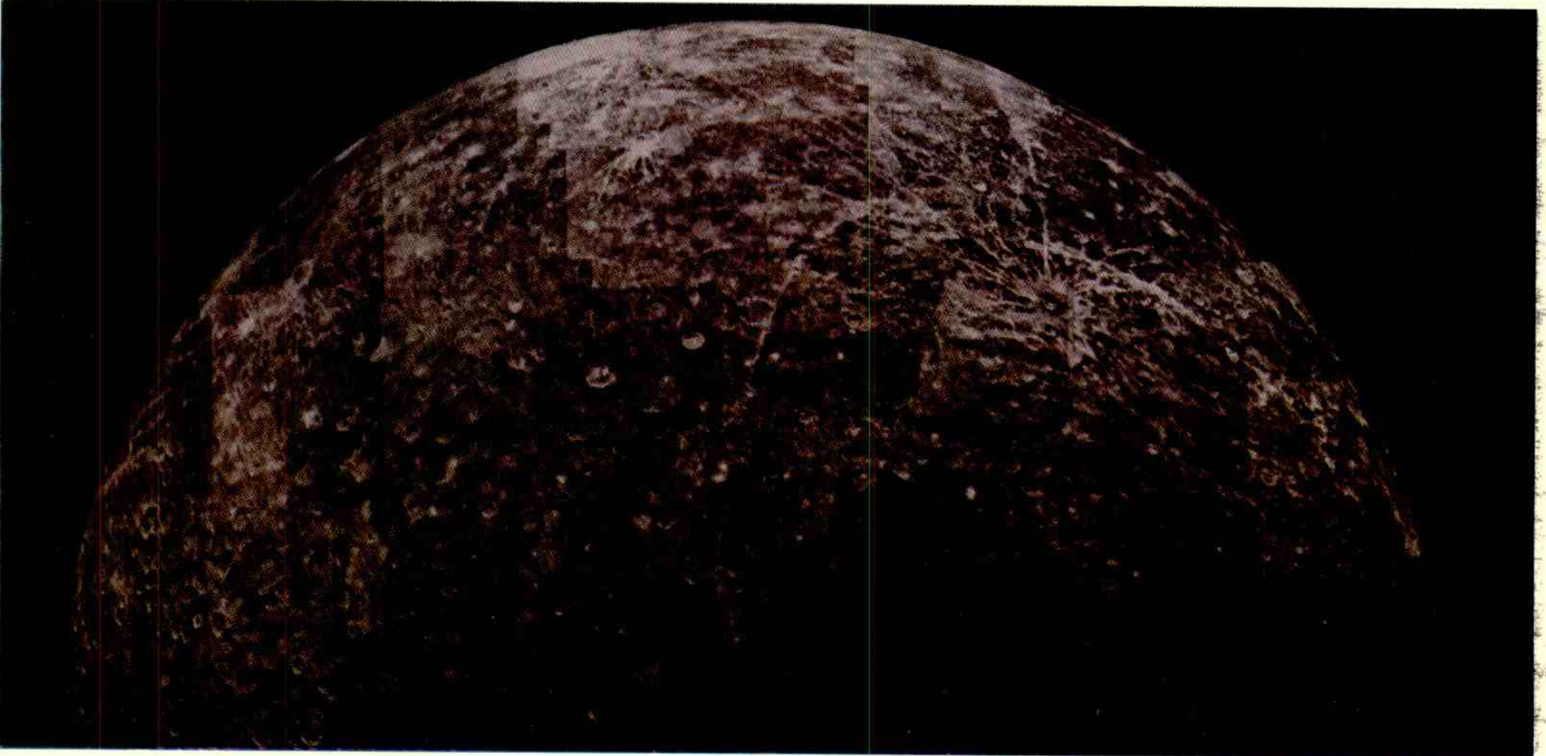
وكان يعتقد أنّ عطارد يعرض واجهَته الأمامية للشمس، على اعتبار أن دورته تبدُو وكأنّها مُناسِبة لدورها النجمي، إلاّ أنه تَبيّن أخيراً أن دَوَرانه لا يستغرق إلاّ حوالي ستّين يوماً.

وعلى سطح عُطارد تتغيّر درجات الحرارة باستمرار وبكثرة. ذلك أن نصف كُرَته المُواجه للشمس يكون ذا حرارة تَبْلغ حوالي ٥٠٠ درجة بينما يكُوُن النّصف الآخر الغارق في الظّلام ذا حرارة دنيا قد تصل الى ٢٧٠ درجة تحت الصّفر.



إلى أعلى : جانب من سطح عُطارد .
إلى أسفل : كوكب عطارد كما صوّرتْه مارينير ١٠.

ولا يتوفّر عطارد على محيط جوّي كما هو الشّأن بالنّسبة للأرض، وذلك راجع إلى ارتفاع درجة حرارته. إلاّ أنه بالإمْكان ملاحظة سُقع داكنة تَتَجلّى فجأةً وكأن سُحُباً قد حَجَبَتْها عن أعْيُنِنا، وقد تكون عبارة عن غبار مُنْبعث من براكين، و يبقى مُعَلّقاً في الهواء لمدّة زمانية محْدودة. وقد حصلْنا على الصّور الأولى لعطارد بفضل المِسْبار الأوتوماتيكي مَارينير ١٠ الذي تم إطلاقُه يوم ٣ نوفمبر ١٩٧٣. ولا يتوفّر عطارد على كواكب تابعة له.

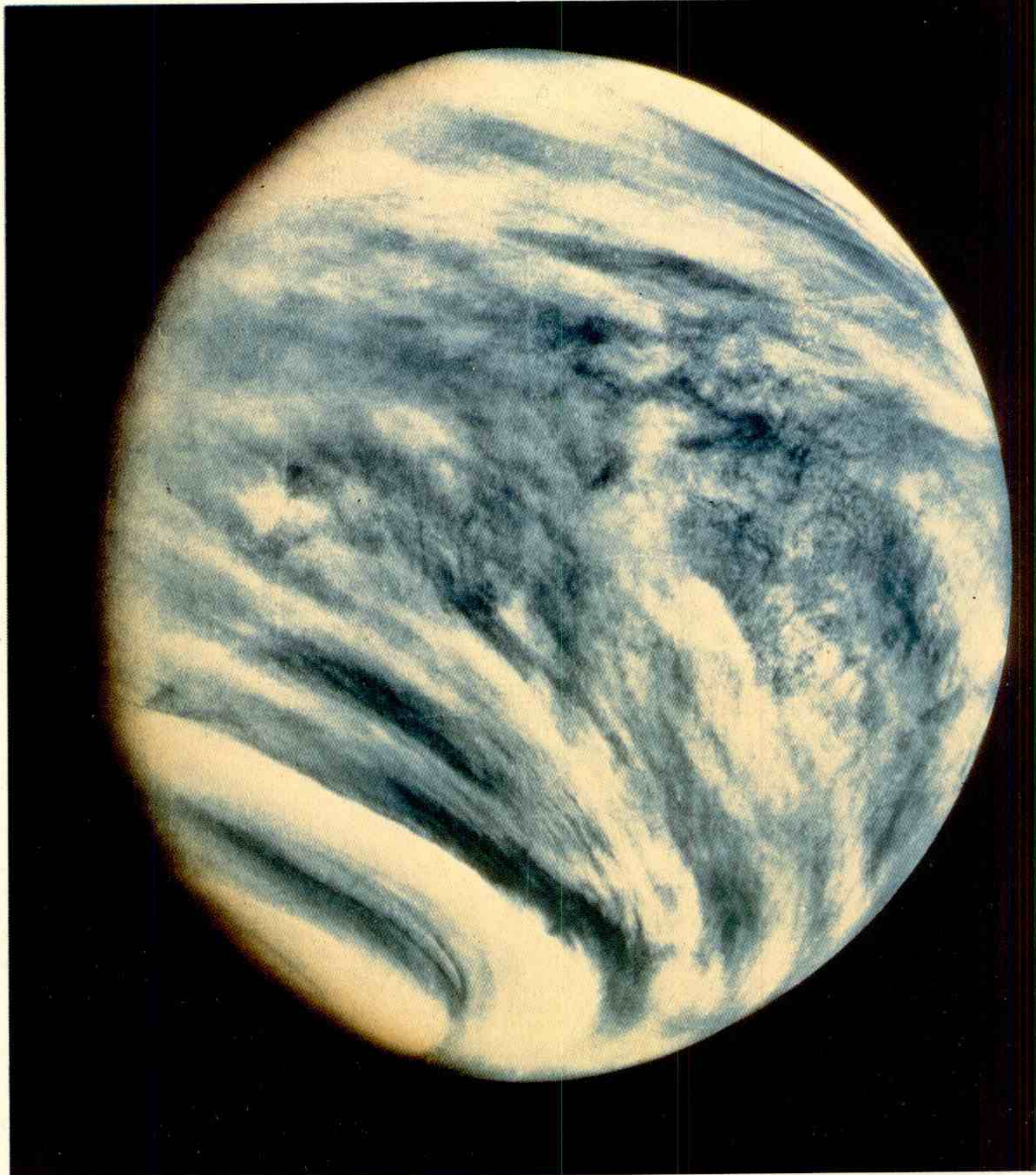


الدّوران الشّاذّ للزّهرة.

أما الزّهرة فهي من الكواكب الأكثر لمعاناً، وهو يعادل تقريباً الأرض من حيث الحَجْم والكُتلة. وقد أطلقَ عليه القدماءُ عدّة ألقاب حَسَبَ ظُهوره في المساء أو في الفجْر. و ينجز كوكب الزّهرة حركات دوْرته خِلال ١١٧ يوماً، أمّا دَوَرانُه فيَستغرق ١٢٤ يوما. وعلى سطحه تصل حرارته المُرتَفعة إلى ٤٣٠ درجة مئويّة. وهُو مُحاط بجوّ سَميك يحتوي على كمّية هائلة من أنهدْريد الكرْبون تُقدر بأضْعاف الكمّية المَوجودة على الأرض بِحَوالي ٥٠٠ مرة، وهو جوّ خال تماماً من الأوكسيجين والبُخار المائي.

ومن أهم المعْلومات التي وصلتْنا عن الزّهرة عن طريق الأقمار الاصطناعيةوالمَرْكبات الفضائية المُرْسلة نحوَه، ما يتعلّق بدَوَرانه الذي يتم في الاتّجاه المُعاكس لِحَرَكَتِه المَدارية، ومعنى ذلك أنّه يدور في اتّجاه عكسي على خِلاف الكواكب الأخرى إذ تُشرق فيه الشّمس من الغَرب وتغرب في الشرق. ولا تتوفّر الزّهرة بدورها على كواكب تابعة.

كانت أول المُعْطيات عن هذا الكَوكب قد وفّرتْها المَرْكبة الفضائية مارينير ١٠ وفيسنُوس ٤و٥و٦. بينما الصورة الأولى تمّ إرسالها بواسطة مارينير ١٠.



كوكب الأرض.

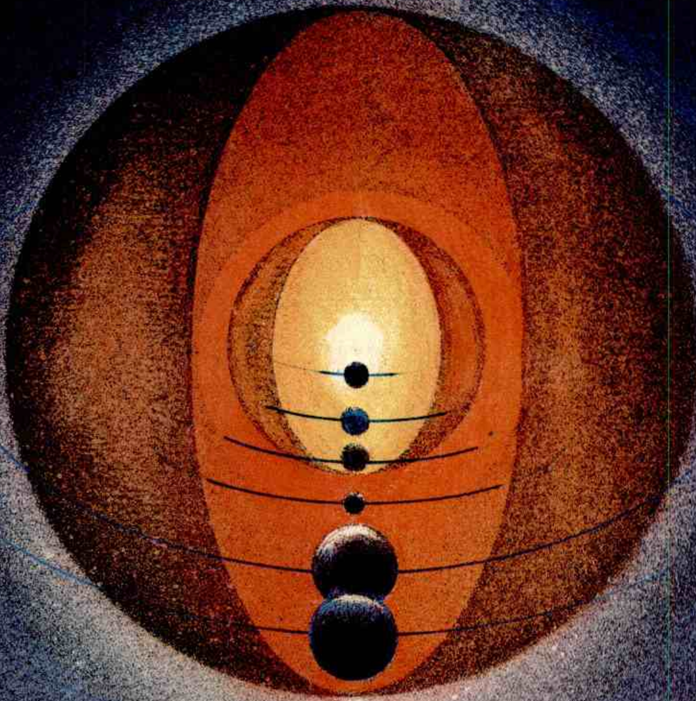
تُعتبر الأرض من الكواكب الشمسية. وهي على غرار الكواكب الدائرة في فَلَك الشمس قد تكَّونت داخل النّظام الشمسي. والأرض مثلها مثل الكواكب الأخرى. غير مستقرّة، فهي تدور حوْل مِحْوَرها كما تدور حول الشمس. وقد كان الأقدمون يعتقدون أن الأرض ثابتة لا تتحرّك وأن الشمس والنجوم هي التي تدور حوْلها. وإذا كان ذلك صحيحاً فان الشّمس التي تبعد عن الأرض بُعداً شاشعا قد تتنقّل بسُرعة ٤٥ مليون كلم/س لكي تَنجز دَوْرة يومية واحدة حول الأرض.

في سنة ١٥٤٣ قام العالم البولوني انطوان كوبرنيك بنشر نظرية مشهورة مفادها أن الأرض تُوجد في مركز الكوْن كما كان مُعْتَقداً من قبل. ولكن الشمس هي التي تحتلّ ذلك المركز،وأن جميع الكواكب الأخرى تدور حول الشّمس. وقد تم التحقّق من هذه النظريّة وإثباتها فيما بعد بفضل نظرية غاليلي الذي أضاف إليها بعض التعديلات المدّعمة بالملاحظات المباشرة. وغاليلي كما نعلم هو مُخْتَرع المنظار الفَلَكي الأ ول.

وفي الوقت الراهن تُعتبر الأرض بمثابة الكوكب الوحيد الذي يستقبلُ الحياةَ البشرية وغيرها.



في الرسم أسفله يظهر المحيط البِيئي الذي تمكّن فيه الأشعةُ الشمسية من إنشاء أشكال حياتيّة على غِرار الأشكال الأرضية. المنطقةُ الصّفراء شّديدةُ الحرارة، أما المنطقة البُرتقالية فأقَلّ منها حرارةً.لكنهما معاً تُوفّران ظروف الحياة الأرضية. وخارج هذا المحيط البيئي الذي يمّيزه حرف «C» في الصّورة تكونُ درجةُ الحرارة مُنخفِضة. ويمكن وَضْعُ المحيط البيئي بين كوكب الزّهرة والمرّيخ رغم أن الزهرة مازالت دافئةً والمريخ أكثر بُرودة.

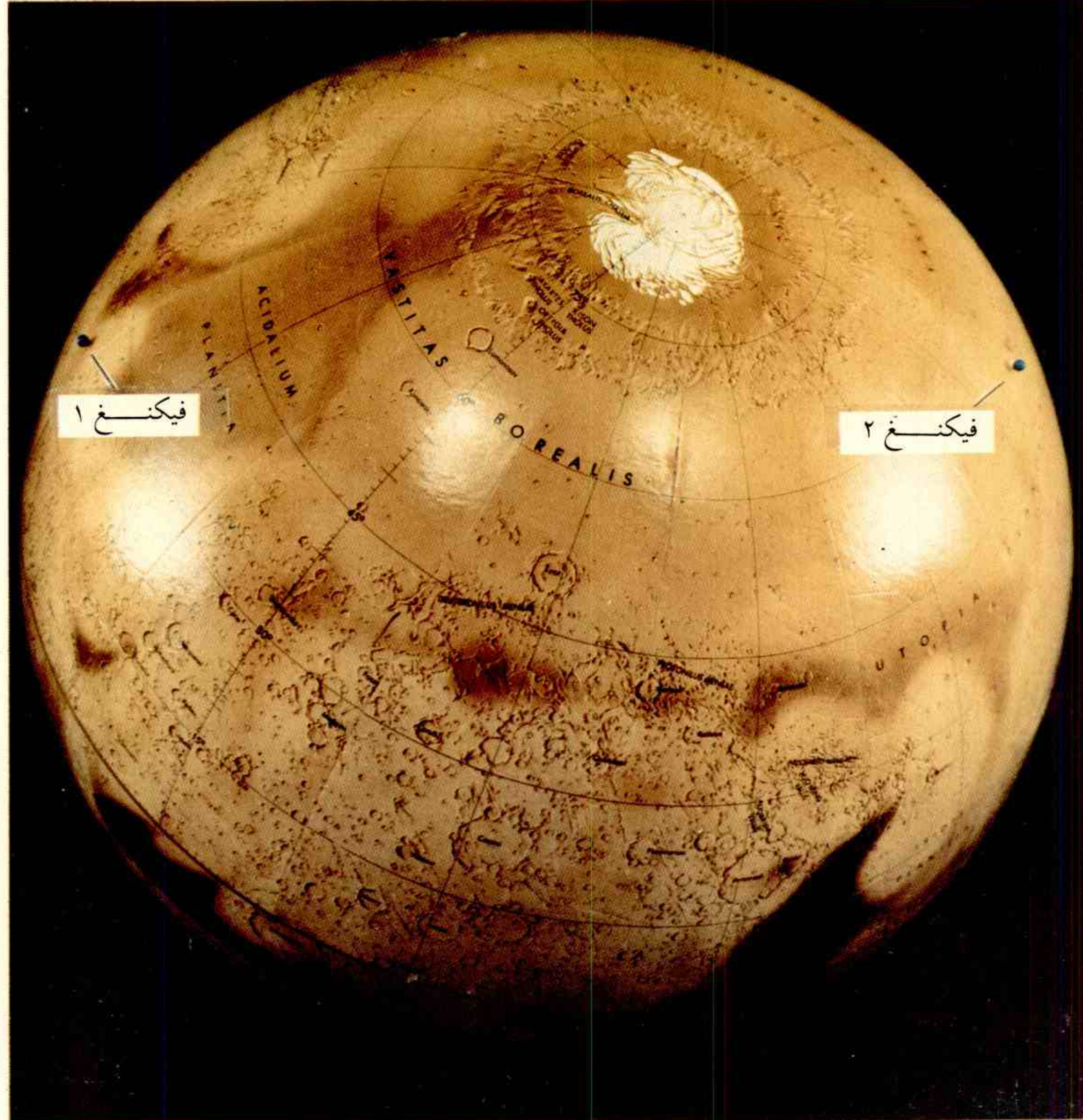


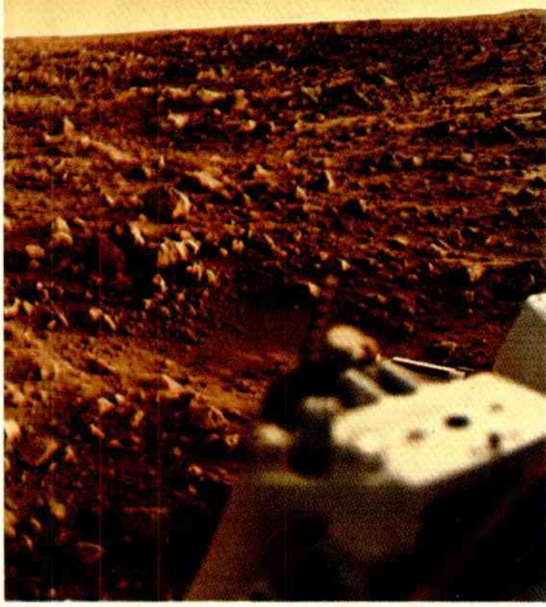
واجهة المرّيخ الغَامِضة.

أما المرّيخ فهو كوكب تسهُل رؤيته من على سطح الأرض بفضل لونه البُرتقالي الذي يُعطيه لمَعاناً خاصّاً وكأنّه نجمة كبيرة. ومن حيث بعض مظاهره الخارجية يشبه المريخُ إلى حدٍّ ما كوكبنا، مع أنه أصغر منه بعض الشّيء، ذلك أنه يدور بنفس سرعة دَوَران الأرض أيْ ٢٤ ساعة و٣٧ دقيقة، و يتوفّر على مِحور دَوَرانٍ بنفْس الانحراف جهة المَدار. وهكذا فالفصول فيه على نفس التّقسيم الموجود في فصول الأرض،بفارق أنّها تَطُول أكثر، إذْ تستغرق السّنةُ المريخيّةُ ٦٨٧ يوماً، ومحيطُ المرّيخ الجوّي ضعيف جداً و يوجدُ فيه غاز أنهيدْريد الكريون بوَفْرة، حيث يمثّل نسبة ٨٠٪ بالمئة من الغازات المتواجدة هناك، كما يوجد بالإضافة إلى ذلك غاز الأزوت بنسبة ١٥٪، أما الأوكسجين فهو مُنْعدم تماماً.

وتكسُو المِنطقَتين القُطبيَّتيْن من المريخ قنّتان غشائيّتان تمتدّان تدريجياً خلال فصل الشّتاء وتتقلّصان خلال فصل الصيف و يتعلّق الأمر على الأرجْح برواسِب جليديّة مماثلة لتلك الرواسب الموجودة على الأرض. أما

صورة المريخ تتجلّى فيها بوضوح المنطقة القطبية الشمالية. على اليمين واليسار تظهر لنا مواقع هبوط مركبة فيكنغ ١ (يسارا) وفيكنغ ٢ (يمينا) وتفصل بينهما مسافة تقدر بحوالي ٧٥٠٠ كلم. وقبل الرحلات الفضائية نحو المريخ كان الاعتقاد السائد أن هذا الكوكب يتوفر على ظروف قابلة لاستقبال أشكال الحياة الإنسانية. إلا أنه تأكّد اليوم أن الامر عكس ذلك وأن المريخ كوكب تستحيل فيه الحياة.

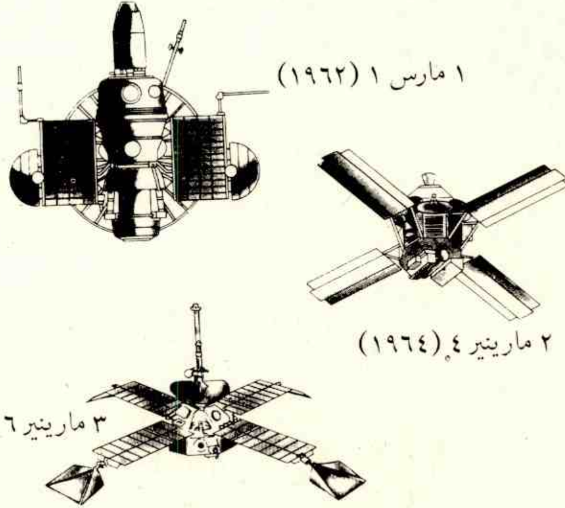


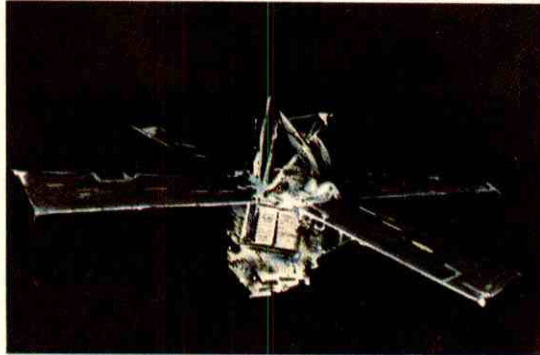


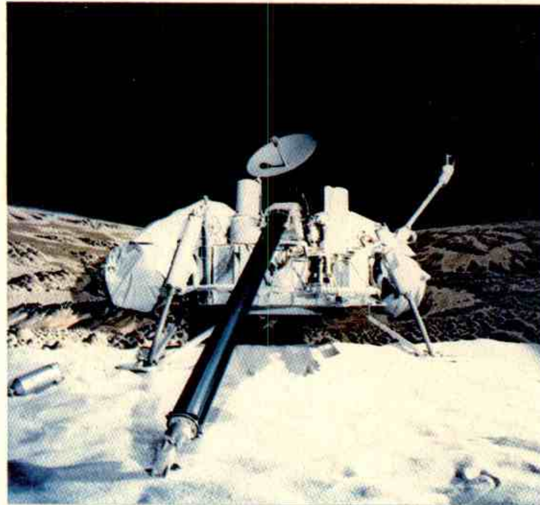
المركبة الفضائية لرحلة فيسكنغ التي أرسلت في اتجاه سطح المريخ لإنجاز أهم الاكتشافات في علم الفضاء.

أُطلقت المركبة الفضائية مارينير ٩ سنة ١٩٧١، وهي عبارة عن جهاز غاية في التطوّر. وقد قامت بقياس حرارة المرّيخ ومحيطه الجوي، كما التُقطت عدة صور فوتوغرافية مَكّنَتْ من رسم خرائط جدّ مفصلة لكوكب المريخ.

هبوط مركبات فيكنغ على سطح المريخ خلال صيف ١٩٧٦ بهدف إنجاز فحصٍ مدقّق للكوكب.







درجة الحرارة خلال الصيف في المريخ فهي تنتقل من ٣٠ درجة تحت الصفر ليلاً إلى ٣٠ درجة نهاراً في المناطق الاستوائية، بينما في المناطق القطبية تنتقل من ٥٠ درجة مئوية ليلاً الى أزيد من صفر درجة مئوية نهاراً. أما خلال الشتاء، ففي المناطق القطبية تهبط الحرارة في غالب الأحيان الى ١٠٠ درجة مئوية تحت الصفر. و يَتَنادَرُ الماء في المريخ إذ أن ظواهر كالثلج والمطر يستحيل حدوثُها هناك. و يُحتمل أن يكون الثلج غير قابلٍ للخضوع لسيْرورة الإسَالة والتّمْييع ولكنّه يمرّ من سيرورة تَسَامٍ وتصْعيد، أي ان بخار الماء يتحوّل مباشرة الى مادّة صَلْبة.

ومن الرّاجح أن ثلاثة أرباع المساحة المرّيخية تكسوها مناطق صحراوية. ومن الشائع أن جَنبات هذه المناطق تشتمل على غابات صغيرة من النباتات الرديئة تُسْقَى صيفاً بالماء الصادر عن ذَوَبان القُنَن القُطبية التي تجفّ خلال فصل الشتاء.

وقبل بضع سنوات، كان يُعتقد أن المريخ يتوفر على بنية مماثلة لبنية الأرض. أي أنّه كوكب قَابِل لاستقبال الحياة. وحَسَب المعلومات التي وَرَدتْ عن المريخ بفضل الصّور المُلتقطة له بواسطة المَرْكبات الفضائية مارينير ٦ و٧ و٩ وفيكينغ ١ و٢، يعتقدُ الفَلَكِيون اليوم أنه لا يوجد أي شكل للحياة على سطح المريخ.

وهناك كوكبان تابعان يدوران حول المريخ وهما فوبوس وديموس. و يتراوح نصف قطرهما على التوالي ما بين ٦ و٧ كلم و٤ و٥ كلم. و يوجد الأول على بعد ٦٠٠٠ كلم من المريخ بينما يبعد عنه الثاني بـ ٢٠,٠٠٠ كلم. و يستغرق دوران الأول سبع ساعات وأربعين دقيقة بينما يستغرق دوران الثاني ثلاثين ساعة وثمان عشر دقيقة.

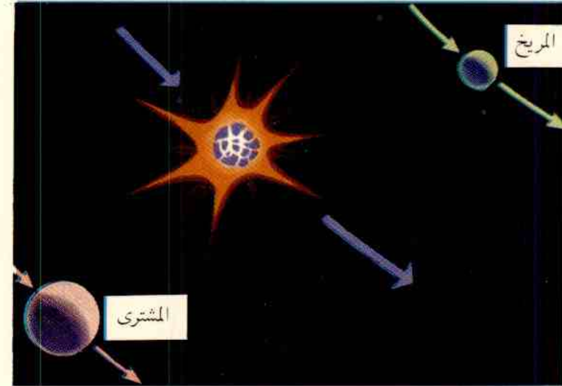
الكَــــواكِــب الصَّغِيرَة

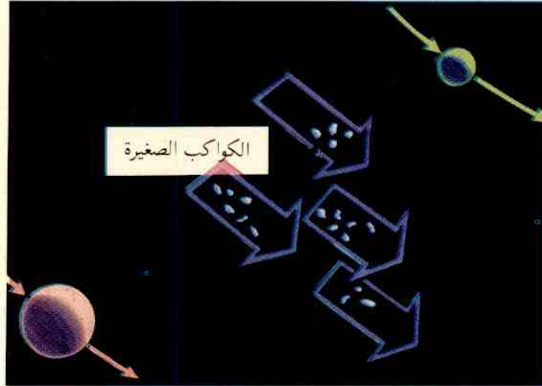
ان المنطقة السّماو ية الموجودة بين المريخ والمُشتري مُكْتظَّة بحَشْدٍ من الكواكب الصغيرة ذات مدارات مُتباينة. وقد قُدّر عددُها بحوالي ١٠٠,٠٠٠ كوكبا على الأقل وهي في أغلب الحالات صغيرةُ الحجم. فكوكب سيريس وهو أكبرُها كُتْلَةً يتوفّر على نصف قُطر يبلغ ٣٢٥ كلم. إلاّ أن الكواكب الأخرى لا يتعدّى نصف قُطرها كيلمترين. وأشكال هذه الكواكب الصغيرة غير منتظِمة وهي تسافر مجتمعة في كوكبات متعددة وتتنقّل وِفْق نفس المدارات وتُحافظ دائماً على نفس الوضع بعضها إزاء بعض. وتتميّز المناطق التي تتحرّك فيها هذه الكواكب الصّغيرة بظاهرة خاصّة. ذلك أن الاضطرابات التي تصدُر هناك عن الكواكب الكُبرى لا يكون لها سوى تأثير هامِشي عليها، وكأن الكواكب قد كوّنت مجموعات فيما بينها لكيْ تتّخذ نفس التصرُّف والفعاليةَ لمقَاومة تلك الاضطرابات وإبطال مفعولها. وهكذا فان الكواكب الصغيرة التي لا تبقى في منطقة التكتّل «الآمِنة» تُقْصَى تحت تأثير جاذبية الكواكب الأخرى.

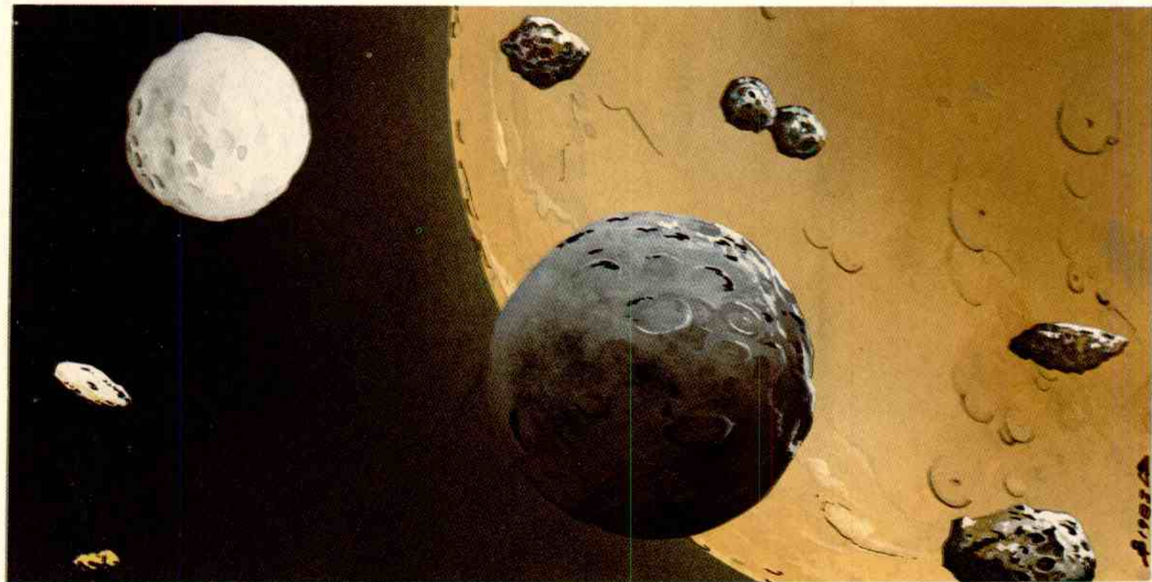
وقد طَرَحَ اكتشافُ هذا العدد الهائل من الكواكب الصغيرة مُشكلاً معقداً لدى الفَلَكيّين الذين لم ينفكّوا يتساءلون عن السبب في كون النظام الشمسي الذي لا يَشْملُ سوى بعض الكواكب الضّخمة يستقبلُ اجسَاماً سماو ية أخرى ومثل هذه الكواكب الصّغيرة الكثيرة العدد والشّاذّة الأشكال والمُتغيّرة المَدارات؟. والفَرَضيّةُ التي مازالتْ قائمةً لحدّ الآن هي القائلة بأنّ هذه الكواكب الصغيرة هي بقايا كوكبٍ آخر كان قديماً يدور بين المريخ والمُشتري، إلاّ أنّه تَحطّم بفعل انفجار كوني جعل أطرافَهُ تتَناثَر في الفضاء.

إن الكواكب الصّغيرة التي يتمخض عنها انفجار أحد الكواكب العادية، تتنقّل في نفس اتجاه الكوكب الأصلي.

نُجَيْمات ممثَّلة على سلّم مقْياسي حسب جانبها القَمَري. وقد تم رسم أشكالها إنطلاقا من مُنْحَنيَاتِها الضّوئية.







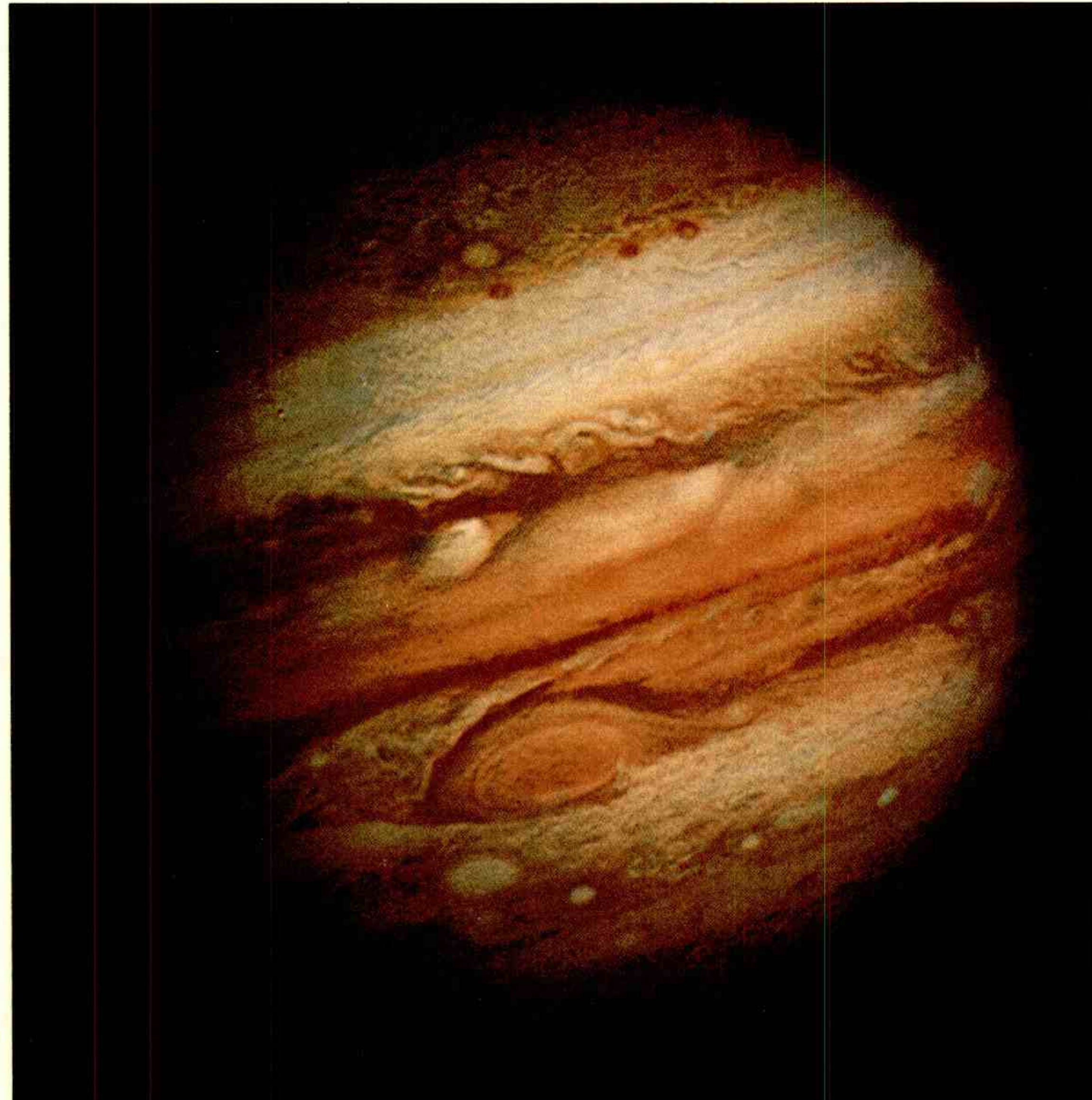
لماذا يحمل كوكب المُشْتَرِي بُقعةً حمراء ؟

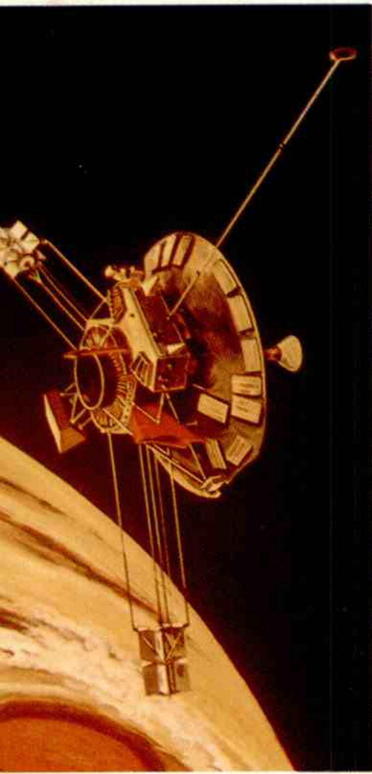
أما المُشْتري فهو أضخم الكواكب في النظام الشمسي، ومن أهم خاصّياته كوْن سُرعة دورته جدّ مرتفعة، ولهذا السبب يتميّز قُرصه بشكله المُسَطَّح. وكلُّ ما يمكن أن نُعايِنَه من المُشتري أطرافُ مُحيطه الجوّي الخارجية، وهو محيط يبلغ سمْكه ١٠,٠٠٠ كلم يتكوّن أساساً من غاز الهيدوجين والهيليوم ونسبة قليلة من المِيتان والأمونياك. وحرارتُه جدُّ منخَفضة إذ تهبط إلى ١٥٠ درجة مئوية تحت الصّفر.

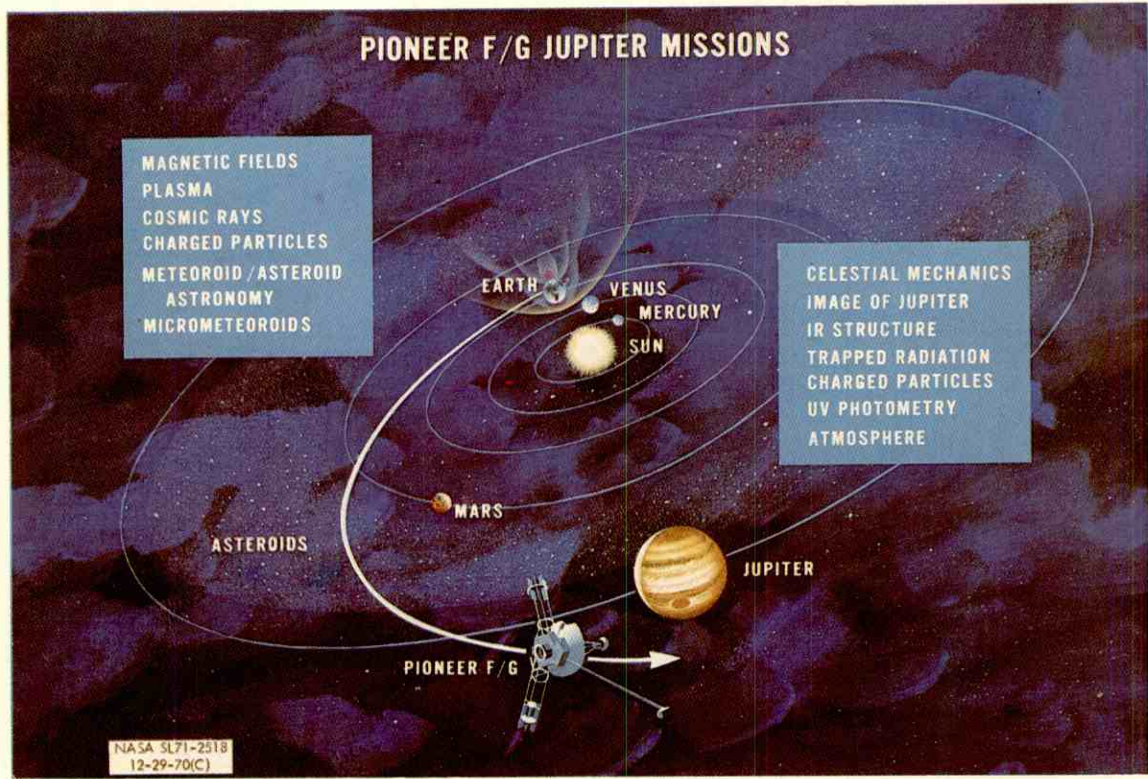
وتظهر على سطح المشتري ثلاث تحْزيزات متوازية و بقعة مُحْمرَّة جنوب خط الاستواء. ولا يعرف بالضبط ما إذا كانت هذه البقعة الحمراء جسماً صلبا ملتصقا بالمُشتري أو جسما سابحاً في الجوّ المُحيط به.

وقد اكتشف الفَلَكيون أخيراً أن المشتري يرسل مَوْجات إشعاعية يُحتمل أن تكون مُنبعثة من مصدر موجود على سطح الكوكب نفسه. غير أنه لم يتوصل لحدّ الآن إلى إقامة علاقة بين هذا المصدر وأي بنية مَرْئيّة كتلك البقعة الغريبة.

و يتوفّر المشتري على إثني عشر كوكباً تابعاً، و يتراوح نصف قطر أضخمهما بين ٢٠٠٠ و٢٥٠٠ كلم، بينما يقع نصف قُطر الكواكب التابعة الأخرى بين ١٠ و٢٥ كلم. ومداراتُ الكواكب التابعة ذاتُ حركة دَوَرَانية مُعاكسة لا تّجاه دوْرَة المشتري.



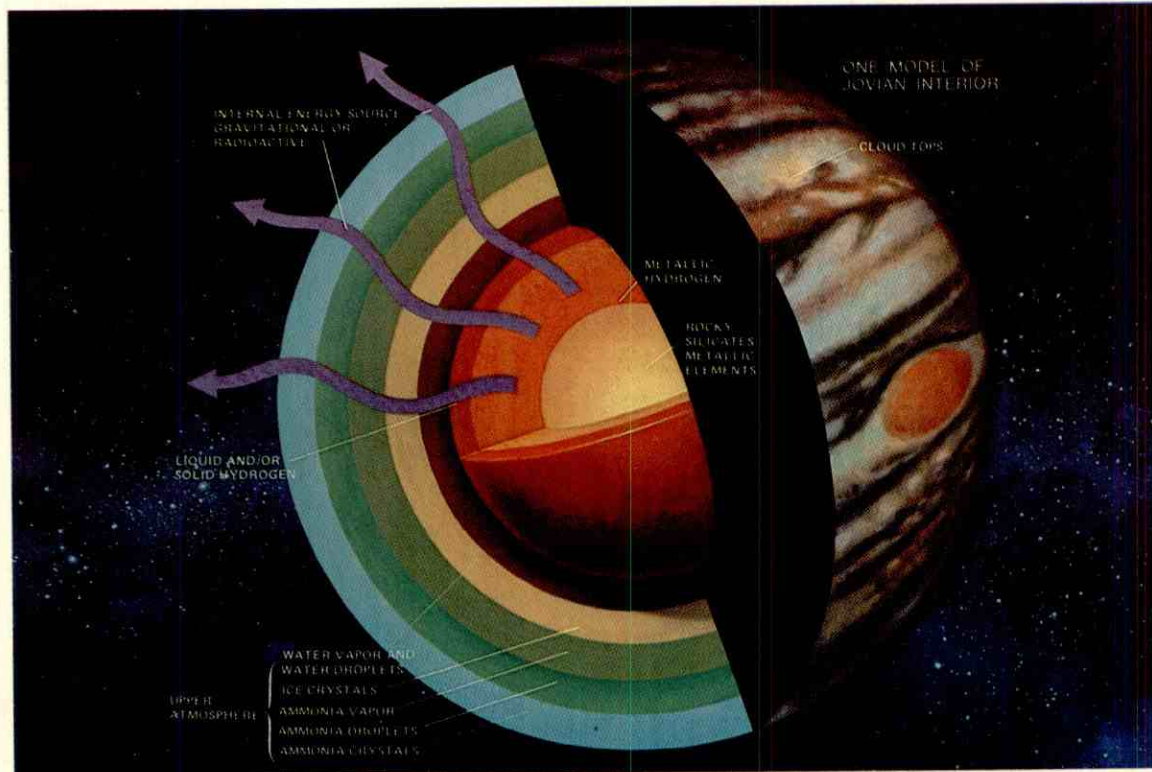




تمثيل لباطن الكوكب. هناك وقائع غريبة تحدث في المحيط الجوي المُضْطرب للمُشتري، ذلك أن هذا الكوكب يُرسِل طاقةً تبلغ قُوّتها ثلاثة أضعاف قوة الطاقة الشمسية. ويعتقد أن هذه الظاهرة ترجع إلى التقلّص الجاذِبيّ. تنتقل الحرارةَ من ٩٣ درجة في المنطقة العُلْوِيّة للسَّحب إلى ١١٠٠٠ درجة في باطن الكوكب. (أسفلِه)

إن الخصائص المِيّزة للمُحيط الجوي للمُشتري مافَتِئت تثير اهتمام العُلَماء. كانت رحلة بيونير. ف. تستهدف أساساً قياس كثَافَة حقل إشعاعات المُشتري للوُصول إلى رسم جداره. (أعلاه)

المركبة فْوَايَا جير ١ مارّة قُرب المشتري.



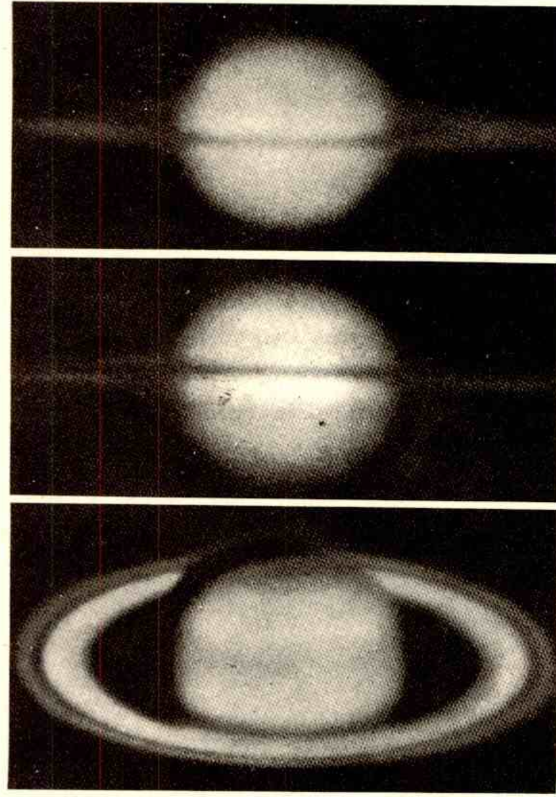
لماذا يتوفرّ كوكب زحل على حلقة؟

كوكب زُحـــل وحلَقاتُه

و يـأتي بعد المُشْتري كوكب زُحَل وهو أضخم كوكب في الـنّظـام الـشـمسي. وهو على نفس ضخامة المشتري وله محيط هوائي هائل بحيث يبلغ سمْكه حوالي ٢٥٠٠٠ كلم، وهو مكون من غازَيْ الهيدورجين والهيليوم، يضافُ إليْهما غـازا المِيتان والأمونْياكَ. وتحيط بِزُحَل حَلَقة ضخمة فِضّية اللّون، عرضُـها ٢٧٥٠٠٠ كلم وسمكها ٦٠ كلم تُخوّل للكوكب لونَه المُرَمّد.

ونـظـراً لـلأوضـاع المختلفة التي يتخذها كل من زُحل والأرض أحدهمـا بالنسبة لْلآخر، فإن الحَلَقة قد تظهر على طول الـسّـنين على اتجاهات مختلفة. فخلال مُنْقَلبات زُحل يـتّجـه مِحـور الـكوكب نَحو الشمس أوْ في اتّجاه معاكس وتظهر الحَلَقة آنذاك واسعةً جداً لتَنَوُّره بواسِطة الشّمس، إما مـن الجـهـة الـسّفلى أو من الجهة العُليا. وعلى عكس ذلك، فخلال الاعتدّالات يقع مِحور زُحل على ٩٠ درجة من خط الأرض والشمس وتظهر آنذاك من الجانب على شكل خط دقـيـق داكـن. و يـبدو أن الحلقة مكوّنة من عدد لا يُحصى مـن الـجُـسَـيْمَات الدّقيقة التي قد تُعتبر من بقايا قمر قديم كان مُقتر[illegible] ا[illegible]ـجة انفجاره وتشْظيته.

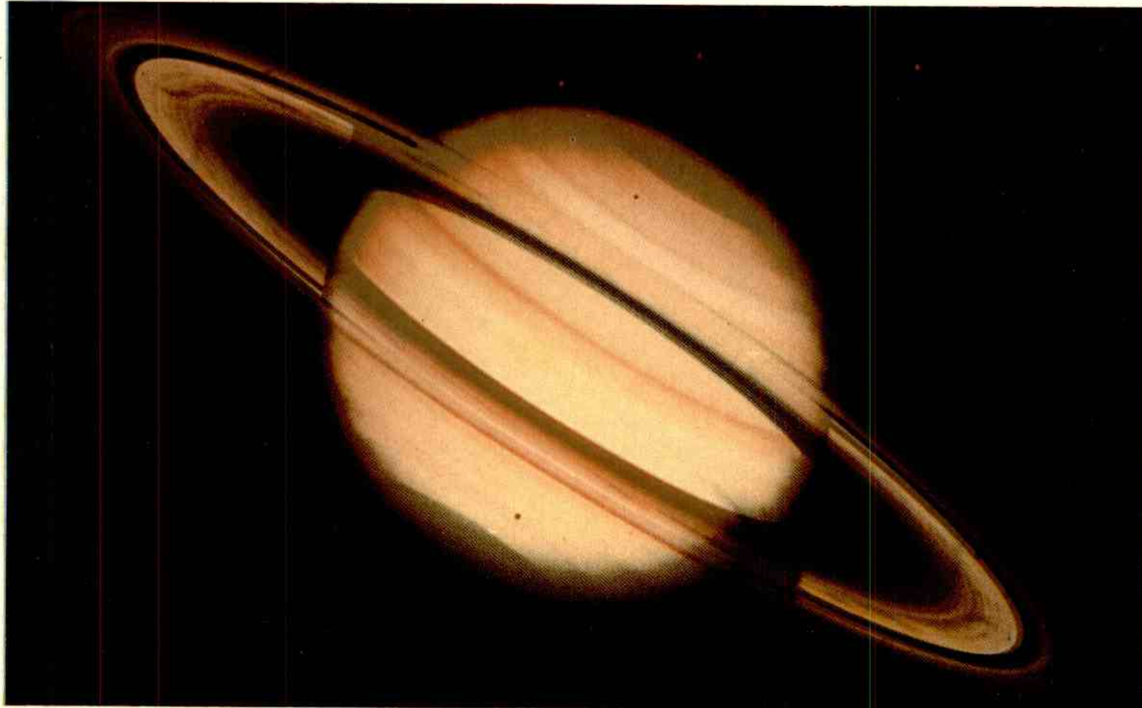
وإلى غـايـة سـنـة ٩[illegible] كان يعتقد أن زُحل يتوفَر على عشـ[illegible] كواكب تابعة له،وا[illegible]ط بأربع حلقات. إلا أنه في ٢ سبـتـمبر ١٩٧٩ تأكد العلماء من وجود الكوكب التابع الحادي عشر وذلك بفضل المركبة الامريكية بيونيـــر 2.

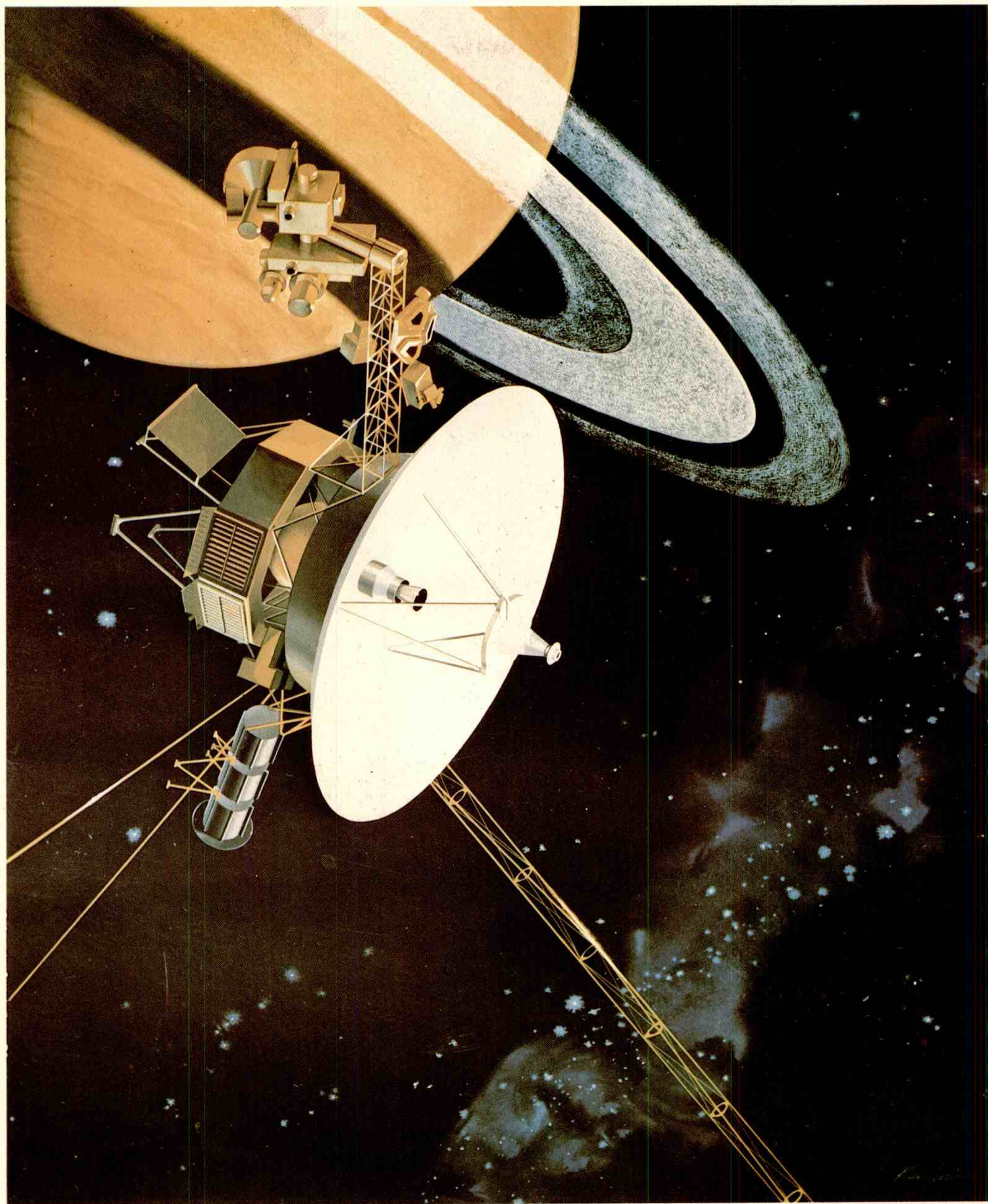


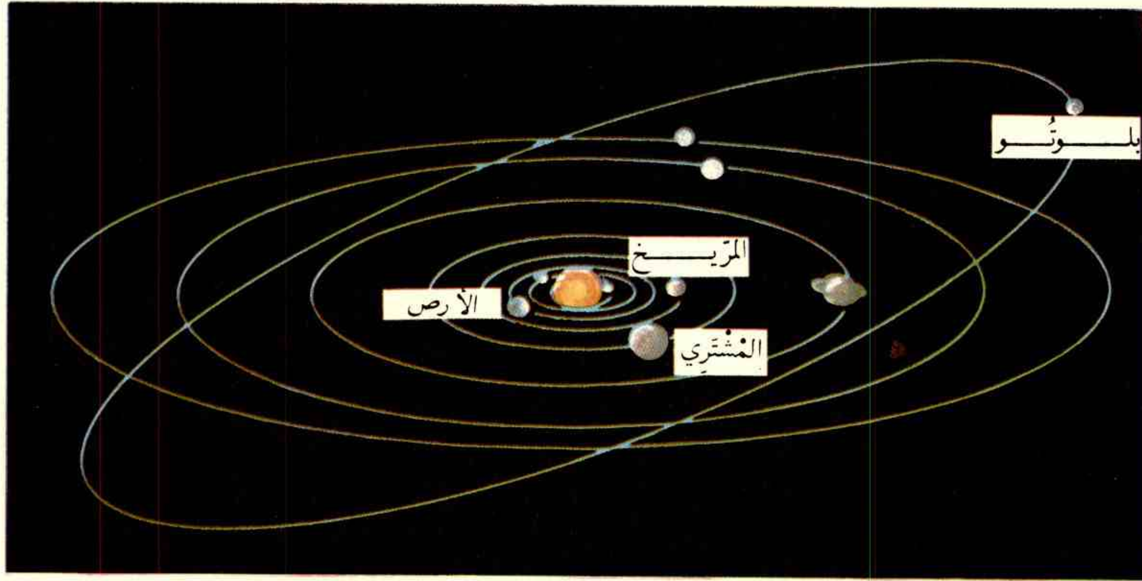
كوكـب زُحـل وحَـلَـقَـاتـه في ثـلاثـة مظـاهـر مختلفة. فـنـلاحـظ الأشـرطـة المـلـوّنـة، الخـاصّـة الـتـي تشقّ سطح الكوكب.

صور لـحَـلَـقات الكوكب التقطتها فواياجر ٢. وهي مكّونة من الجليد ومن الصخور.

في الـيـسـار رسـم لمحطة تـدور حـول زحـل، وهـو مشروع لشركة: ن.أ.س.أ. الامريكية.







لا نـتـوفرعلى صور لنيبتون وأورانوس وبُلوتــو لأنها كواكب خـارجية. في الرسم أعلاه يمثل المدار الغير الطبيعي لكوكب بلُوتو.

أورانوس وفُصُوله.

أمـا أورانوس فهو من بين الكواكب التي كانت مجهولة مـن قِبَل الفَلَكِيِّين القُدامى، ولم يُكتشف إلا سنة ١٧٨١. وهو يقع على بعد ٢٨٧٠ كـلـم مـن الـشمس، أما قُطره فـيـعـادل أربعـة أضعـاف مـقياس قُطر الأرض. و يتميّز أورانـوس بخاصّية غريبة، ذلك أن مِحور دَوَرانه مُوازٍ تقريبا لـمُـسـتوى مَداره، مِمّا يوفّر له فصلين مُختلفين عن فصولنا الـسـنـو ية المعروفة. فخلال فصل الشتاء او فصل الصيف تضيء الـشمس أحد نصفيْ كرة الكوكب و يبقى النصف الآخر غارقاً في الظُّلمة. وتستمر هذه الظروف لمدة عشرين سـنـة ينعدم فيها الاختلاف بين الأ يام بحيث تدوم سيطرة إحدى الحـالـتين. أي إمـا الـظـلام أو الـنـور. و بـعـد هذه الـفـتـرات، أي خـلال الخـريـف والـر بيع تضاء المنطقتان القُـطـبـيـتـان معاً في نفس الوقت، وتدوم الأ يام حوالي ١١ ساعة أي ما يعادل مُدّة دوران الكوكب.

وقـد مـكّـنـت الملاحظات والمُعاينات الدّقيقة من رُؤية أورانـوس وهـو على شـكل قُرص أزرق وأخضر اللون تخترقُه تَحْـزيـزات اسـتـوائـيـة تشبه تلك التّحزيزات المْوجودة على سطحِ المُشتري.

و يبدو أن حرارة أورانوس تبلغ ٢٠٠ درجة مئو ية تحت الـصّفر وأن مُحيطه الجوي السّميك يشتمل على الهيدروجين والـمِـيـتـان. وتجدُر الاشارة إلى أنّ كلّ المعلُومات التي نتوفّر عـلـيـها حول هذا الكوكب تَقريبيّة نظراً للْبُعد الشّاسع بينَهُ و بين الأ رض.

و يـتـوفّـر أورانـوس على خمسة كـواكـب تـابعة تتنقّل بـكـيـفـيّة غريبة. فَمداراتُها تقريباً عموديّة إزاء مُستوى مد الكوكب، وهي بالإضافة إلى ذلك تدور في اتّجاهٍ عَكْسي.

أمّا كوكبُ نيْبتُون فقد تم اكتشافُه مؤخّراً سنة ١٨٤٦، وحـركته من البُطْء بمكانٍ إذ لن يظهر مرةً أخرى في النّقطة التي لُوحِظَ فيها لأول مرةً إلاّ سنة ٢٠١١، ومنذ ذلك العهد لا زال لم يُتْمم دَوْرةً كَامِلةً في مَدَارِهِ.

ونـيـبـتُـون يـتـوفّر على كـوكبين تابعيْن، أحدهما، وهو تـريـتُـون،أكـبـر مـن القمر، إذ أنّ نصف قُطره يبلغ ٢٥٠٠ كَـلـم، و يـتـنـقّـل في الا تّجاه المُعاكس للحركة المَدَارية للكوكب.

بـلـوتـون كـوكـب تابع يَفْلِت من نيبْتون.

واكُـتـشف كوكبُ بْلُوتُون بدوره سنة ١٩٣٠ وهو أبعدُ كـوكـب مـن الـشـمـس. ولا تُعرف بالضبط مقاييس قُطره وكُـتْـلَـتـه. ومن المُحتمل أن يكون أصل بلوتون مختلفاً عن أصل الـكـواكـب الأخرى. وقديما كان الفلكيون يعتقدون أن بـلـوتـون كوكـب تابع لِنيبتون على غرار تريتون، و يُحتمل كـذلك أن يكون الكوكبان التّابعان قد اقتر با من بعضِهما أثـنـاء تَنقُّلِهما إلى درجة خَلْقِ اضطرابات لدى كلٍّ منهمَا. وهـكـذا يـكـون بـلـوتـون قد أفْلَت من جاذبية تريتون لِيُصبح كوكباً مستقلًا بينما بَدَأ تريتوتون مسيرتَه في اتّجاهٍ معاكس لا تّجاهه الأصلي.

متى وكيف نشأ النّظام الشمسي؟

أصْـلُ النّظام الشّمسِي



تـتـميّـزُ كواكب النظام الشمسي باشتراكِها في العديد من الخصـائـص والبِـنْـيات، وهذا ما جعل كل الفَلَكيّين يُؤكّـدون على أن مُجْـمَل عناصر النّظام الشمسي من أصلٍ واحد.



وقد ظهرتْ عدّةُ فَرَضِيّات ونظريات بشأن أصل النّظام الـشمسي، جعـلـت الـعلم يتقدّمُ في هذا الباب و يغتني بـالـعديد من الـمُعطيات. إلاّ أنّ أيّ فَرَضِيّةٍ أو نظرية لم تـحْسم بكيفية قَطْعية،تَضارب الآراء حوْل الموضوع. ويمكن تـصنـيـف هـذه النّظريات والفَرَضِيات المتعدّدة على النّحو الآتي:

— نظـريـات تـقـول بأن المادّة التي تتكوّن منها عناصر النظام الشمسي يرجعُ أصلُها إلى سَدِيم سابقٍ للوجود.



— نظـريـات تُعلّل تكوُّن وتشكُّل الكواكب التّابعة إلى مرور نجمةٍ بقُرْب الشمس.

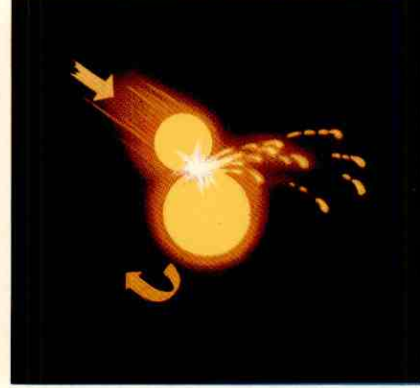
— نظـريـات تُـرجعُ أصلَ الكواكب إلى «إعصارات» واضطرابات المادّة.

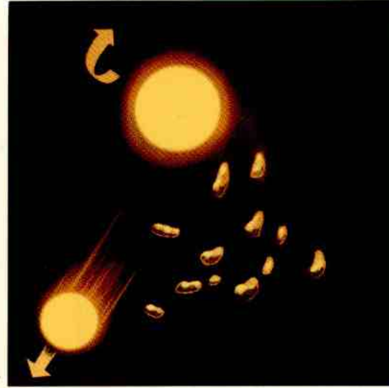
ويمكـن تـصنـيفُ نـظـرية «كانْط ـ لابلاص» التي ظهـرت في الـقـرن الثامن عشر ضمْن مجموعات النظريات الأولى.

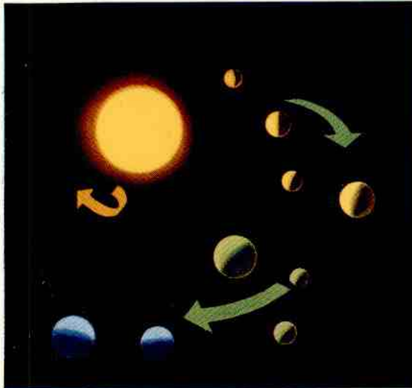


وحسَـبَ هـذه النظرية،فإن المادّة التي تُكوّن الشمس والـكـواكـب الـتّـابـعة ،كانتْ في الأصل مُتضمّنَةً في سَدِيمٍ هـائلٍ.كـان يـتـميز بحركة دَوَران بَطيئةٍ. وعلى إثر انْفجار باطني،تمطّط هذا السّدِيمُ بكيفية ضخمة إلى أن تلاَشَتْ قُوّة الانـفـجـار.وهـكـذا بدأ قُطْره في الـتـقـلص تدريجياً تحت سـيْـرورة الـتـبـريد. و بفعل هذا التقلّص تضاعفَتْ سرعة دورانه الى درجة انـفـصـام الـتّـنـاسـق الـدّاخليّ للسّدِيم وتَـفَـكُّـكِه. ومالَبث ان بدأت حلقات غازية تنْفَصل مُتعاقبة عـن الـسّـديـم ثُـم تـبـرد وتتصلّب لتُعطي وجوداً للكواكب

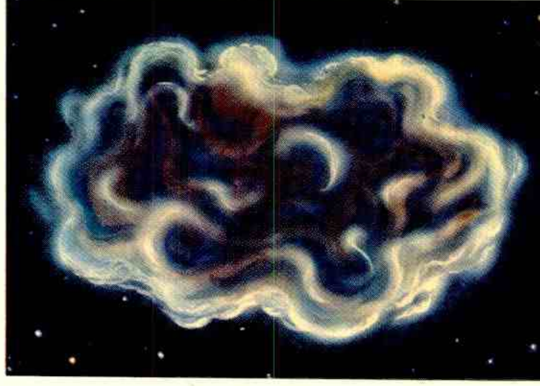
الـنـظـريـة الـسَّـدِيـمّـيـة: نشاهدُ تعاقُب تَفَتُّت السَّدِيم وقذْف الرُّكَامات الغَازية الموجُودة في المَناطق الاِسْتوائية.

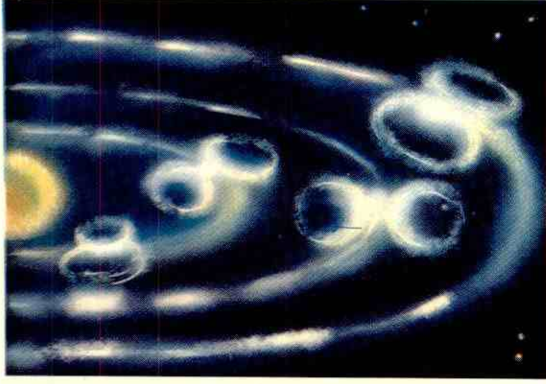


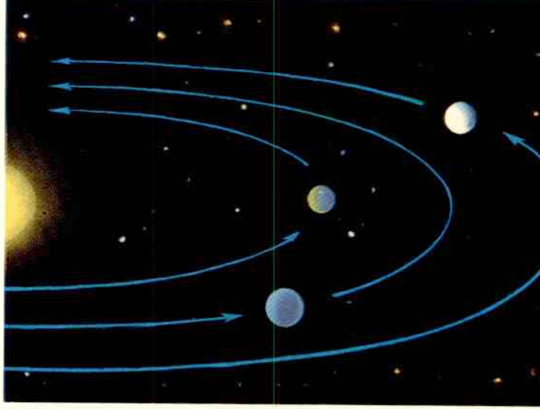


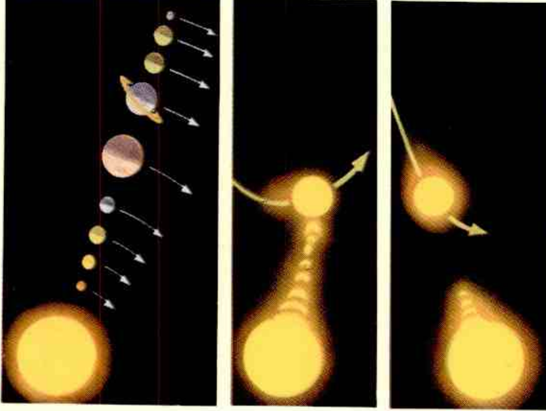


تكوُّن النظام الشمسي حسب نظرّية التّصادُم.









ترى نظرية المدّ والجزْر أن الشمس مصدر الكواكب الأخرى. ذلك أنه بفعل موجة عالية تفجرت على سطح الشمس فنتج عنها تفتت هذا الكوكب باستمرار الى قطع تكونت منها مختلف الكواكب.

المعروفة. أما ما تَبقى من السّديم الأصلي فقد تجمع ليُشَكّل الشمس.

وتندرج نظريّتا الكواكب الدقيقة (planetisimes) والمَدّ والجَزْر (marees) ضمن الصّنف الثاني من النّظريات. وقد ظهرتْ نظرية الكوكبيّة سنة ١٩٠٥ بفضل أبحاث الأمريكيّيْن شامبرلان وميلتون. ومفّادُها أن نجمة أثناء مرورها قرب الشمس التقطتْ منه كتلة غازية تصلّبَتْ بعْد ذلك لِتُكوّن عدداً كبيراً من الكواكب الصّغيرة تجمّعت بدورها لتُشكل الكواكب الحالية.

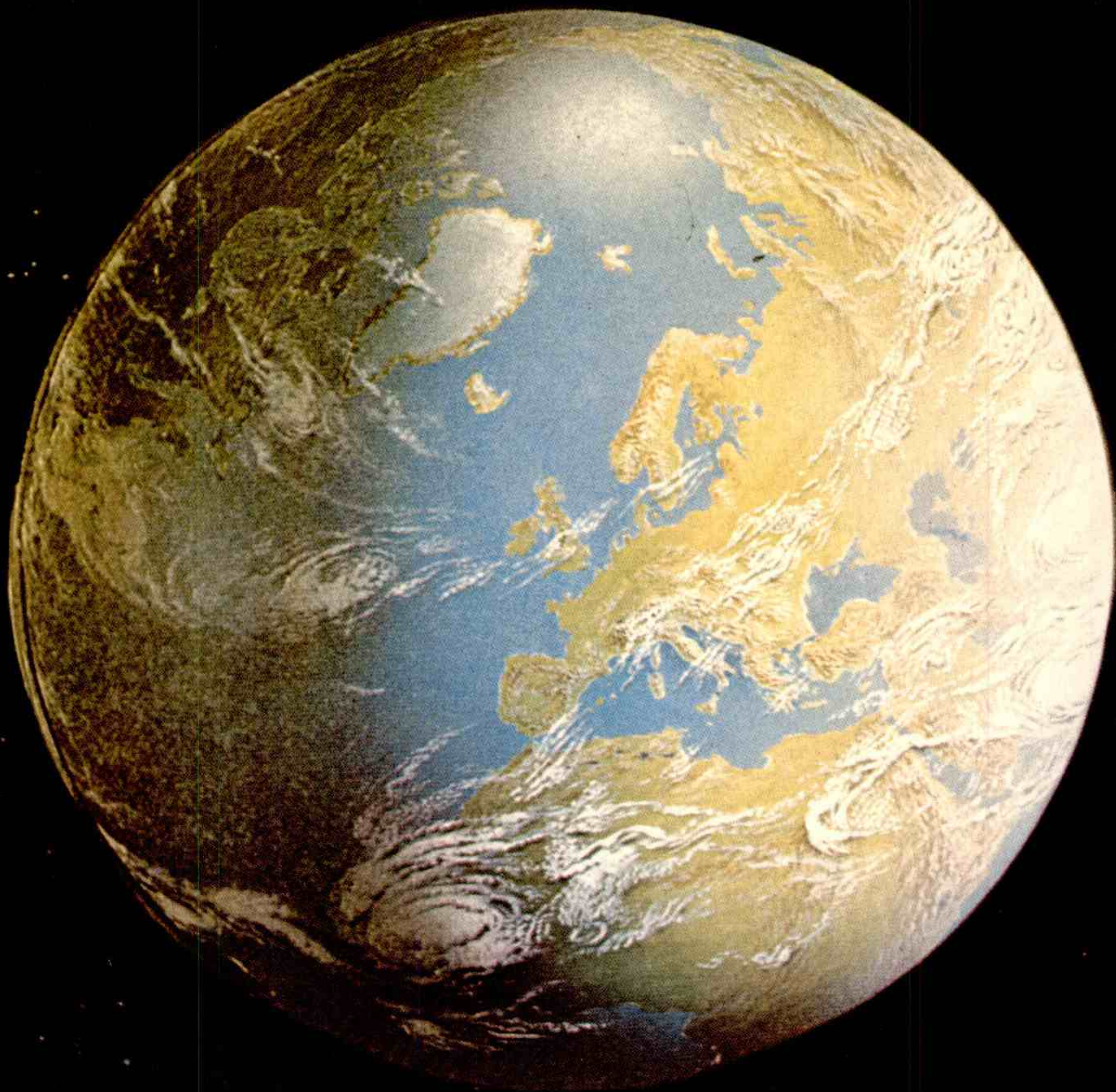
أما نظَرية المدّ والجزْر التي أحدثها الإنجليزي جينس (Jeans) سنة ١٩١٦ فترتكز بدورها على فكرة مرور نجمة ضخمة بالقرب من الشمس. وقد أثارت بمرورها و بفعل جاذبيّتها هيَجان دفْقٍ من المادّة الشمسية، وهذا الأخير قد اسْتطال تحت تأثيرِ جاذبيّتي الشمس والنّجمة المعنية ثم انْكسر بعد ذلك إلى عدّة شَظَايا تكوّنتْ منها الكواكب بعد أنْ بردت.

وقد أوْرد الجيولوجيّ الإيطالي فيدريكو ساكو (F. Sacco) سنة ١٩٤٤ نظرية النّجوم الجديدة (Novae) والتي يُمْكن إدراجُها ضمن الصّنف الثّالث. وهي تتبنّى فكرة ترى بأنّ النّظام الشمسي قد تكوّن على إثر انفجار الشمس.

أما نظرية فيزساشير (Weizsacher) وكويبير (Kuiper) فهي من الصّنف الرابع أي المجموعة المتبنّية لفكرة «زَوَابع واضطرابات المادّة». وقد ظهرت نظرية الفيزيائي الالماني فيزساشير سنة ١٩٤٣ و يرى فيها أن الشمس باجْتيازها للفضاءات البَيْفلكيّة قد التقطت كمية هائلة من الغُبار الكَوْنيّ نتجتْ عنه زوابع تَوَلّدت الكواكب عن انصهارها.

وقد تبنّى الفلكيّ الأمريكي كويبير هذه النّظرية سنة ١٩٥١ وأضاف بأن كواكب مضيئة أكثر ضخامة من الكواكب الحالية قد خلقت من هذه الزوابع. وعلى إثر المفاعلات الحرارية النووية اللاحقة «بالشمس الأوليّة» تفَتّتَتْ الأغْشية الخارجية والأصلية للكواكب وتَنَاثَرتْ في الفضاء. وهكذا يمكن تفسير سبب توفُّر الكواكب الأكْثر بُعداً عن الشمس كالمُشتري وزُحل على كُتلة غازية أهمّ من كُتلها الصّلبة، بينما كواكب كالزّهرة والأرض التي تُعدّ أكثر قرباً من الشمس تتوفّر على كُتلة صَلْبة أهمّ من الكُتلة الغازية.

ميلاد الأرض



كيف نتحقق من شكل الأرض الدّائري؟

كـوكـبُ الأرض

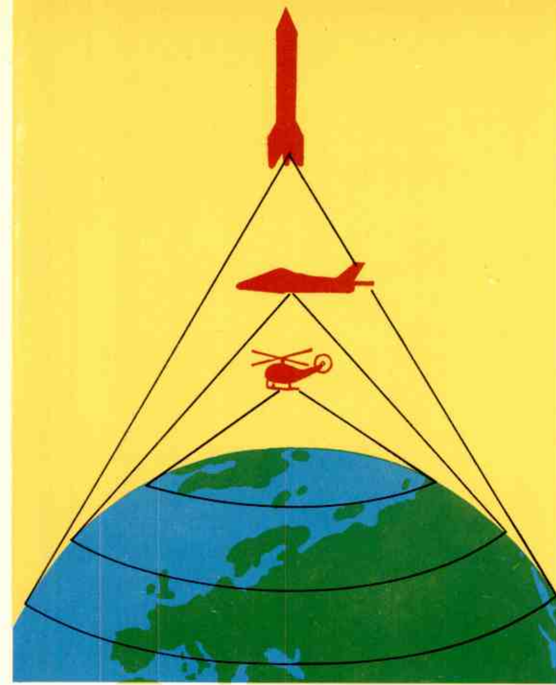
تُعْتبر الأرض من بين كواكب النّظام الشمسي التي اهتَمّ بها العلماء، والتي تَوَفّرَت بِشأنها معلومات دقيقة تهمّ شتّى مظاهرها وظواهرها الطّبيعية. ولاَ شك أن أصل هذا الكوكب المُتميّز بالحياة والنّظام، لا يختلف عن أصل غيره من الكواكب الأخرى. فالأرض معلّقة في الفراغ وتتنقّل في الفضاء الواسع وفْق قوانين الجاذبية الكونْية المتحكمة في الاجسام السماوية.

ومن السّهل في الوقت الراهن، ان نؤكّد أن الأرض كُرَوية الشّكل بعد أن ظلّت الانسانية طوال قرون تعتقد أنّها كانت تعيش على سطح منبسط تحيط به المياه من كل جانب.

وقدْ كان الفلاسفة الاغْريق، وعلى رأسهم فِيتاغور وأرسطو، أول من فكر في الشكل الكُرَوي لْلأرض. إلا أنه كان لابدّ من انتظار أكبر الاكتشافات الجُغرافية والانجازات الملاحية في عصر النهضة لإعادة النظر في كروية الارض، التي كانت مجرد فكرة لم تُسْتَسَغْ بعد. واليوم لم يكتف العالم فقط، بالاقتناع بأن الأرض كُرَوية الشّكل، بل إنه تمكّن من مُعَايَنَة ذلك بِفَضْل الصّور الفُوتوغرافية لجوانب مستديرة من هذا الكوكب. وخلال رحلاتهم إلى القَمر تمكّن رجالُ الفضاء من إرسال صور للكرة الأرضية بأكْملها.



يمثل هذا الرسم تصوُّر الأقدمين للأرض. لقد كانوا يعتقدون أن لها شكلا اسطوانيا يحيط بها بحر تعتبر شطآنه مُرتكزاً للقبّة السّماوية



كلما ارتفعنا عن سطح الارض، كلّما ظهر لنا خط الافق اكثر اتّساعا.

وقد راجَتْ بعض الدّلائل الأوليّة التي تُؤكّد أنّ الأرض مستديرة وكُروِيّة، ومنها مايلي:

- الأفُق الدّائري الذي يتّسع كلما ارتفع مُستوى المكان الذي نُبْصره منه.
- الظّل الدّائري الذي تعكِسُه الأرض على القمر خِلال خُسُوفَاته.
- الطّواف البَحْري أو الجوّي حول القارّات وحول الأرض، بحيث إذا حافَظْنا على نفس الاتّجاه في رحْلتنا فَسنعود الى النقطة التي انطلقنا منها مُسبقًا.
- الصور المُلْتَقَطة بواسطة المَرْكبات الفَضَائية.
- الشّكل الكُرَوِي الذي يظْهر لدى كلّ كواكِب النّظام الشمسي.

وكلّ هذه الأدلّة، لا تَدَعُ مجالاً للشك فيما يتعلّق بشكل الأرض الكُروي. وفي الواقع، فان الأرض شبه كُرة لأنها مُسَطّحة بعضَ الشّيء عنْد القُطْبيْن. وقد تمكّن الفَلَكيون من قياس هذا التّسَطّح الذي لا يَقِلُّ إلاّ بـ ٢١ كلم بالنسبة لنصف القُطْر الاستوائي. ذلك أن نصف القُطر القُطبي يبلغ ٦٣٥٧ كلم بينما يبلغ نصف القطر الاستوائي ٦٣٨٧ كلم.

ورغم كَوْن الأرض تظْهر لسُكانها على شكل كرة ضخمة فهي تُعَدُّ النّظام الشمسي مُجرّد كوكب صغير مُعلّق في فضاء الكون اللاّمحْدود. وإذا أردْنا أن ندور حوْلها انطلاقاً من قَطْعنا كلّ يوم ٢٠ كلم مَشْياً على الأقْدام، فستَستَغْرق مسيرَتُنا بدون توقّف اربع سنوات.



الخطوط الهاجرية (الزوالية): أكبر الدوائر التي تمر عبر القُطْبيْن.



الدوائر الموازية: وهي دوائر موازية لخطّ الاستواء.



شبكة الخطوط الهاجِرية والدوائر المُوازية.

بعضُ الأرقــام المتعلّقة بالأرض:

- نصفُ القُطر الاستوائي (أ): ٦,٦٨٧,٢٣ كلم
- نصْف القُطر القُطبي (ب): ٦,٣٥٦,٨٦ كلم
- الكُتلة (ك): $١٠^{٢٤}$ × ٥,٩٨ كلم
- الحجم (ح) : $١٠^{٦}$ × ١,٠٨٣,٣٢ كلم^{٣}
- الكَثافة (ك / ح): ٥,٥١٧
- البُعد الأقصى عن الشمس: ١٥٢ مليون كلم
- البُعد الأدنى عن الشمس: ١٤٧ مليون كلم
- السُّرعة المَدارية: ١٠٥٠٠٠ كلم / ساعة
- مدة النّهار الفَلَكي: ٢٣ ساعة و٥٦ دقيقة و٤ ثواني
- مدة النّهار الشمسي في شهر شتنبر: ٢٣س و٥٩د و٣٩ث
- مدة النّهار الشمسي في شهر دجنبر: ٢٤س و٠٠د و٣٠ث
- مدّة السّنة الفَلَكية: ٣٦٥ يوما و٥س و٩د و٤٦ث
- مساحة الأراضي الطّافية: ١٤٨,٩٠٠٠,٠٠٠ كلم^{٢}
- مساحة المياة (دون البحيرات): ٢٦١,٢٠٠,٠٠٠ كلم^{٢}
- معدّل عُمق الأراضي الطّافية: ٨٥٠ متـر
- معدل عُمق المحيطات: ٣٨٠٠ متـر
- أعلى قمّة جَبَل (إيفرست): ٨,٨٤٨ متـر
- أعمق حُفرة (خندق ماريانس): ١١,٣٥٠ م

كيف يتم تحديد نُقْطة ما على سطْح الأرض؟

وقد وضع الفَلَكيّون نُقطاً مَرْجعيَّةً على الأرض بِرَسْم خطوط وَهْمية على سطحها في الاتّجاهين العَمُودي والأُفقي مما يعطي تَرْبيعاً يُمَكن من تقسيم سطح الأرض الى عدّة مربّعات تُسَهّل مَوْضعة نقطة معينة في الكرة، وهذا ما يعرف بالإحْداثيّات الجغرافية

- مدار الارض :وهو خطّ خيالي مستقيم تدور حوله الأرض خلال الأربع والعشرين ساعة اليومية.
- القُطْبان الشمالي والجنوب :وهما نقطتا الْتقاء المدار وسَطْح الأرض.
- خطّ الاستواء : وهو أكبر دائرة عمودية بالنسبة للمدار ومُتَساوية البعد مع القُطبين. وهو يشطر الكرة الأرضية الى نصفين. نصفُ الكرة الشّمالي ونصف الكرة الجنوبي.
- المتوازيات،وهي دوائر مُتوازية مع خطّ الاستواء، وكلُّ نصف كرة يتوفّر منها على ٨٩ متوازياً وتقاس المسافة الزّاويَة التي تفصل متوازيّة عن خطّ الاستواء بالدّرجات وكُسور الدّرجات، وتعرف بخطي العَرْض الشّمالي والجنوبي.
- خُطوط الزّوال أو الخطوط الهاجريّة :وهي أطْول الدّوائر التي تمرّ من القُطبين وهي عموديّة بالنسبة لخطّ الاسْتواء وعددها ١٨٠. وتُعرف أنْصاف الخطوط الهاجرية الـ ٣٦٠ بالخطوط الظّهرية الجُغرافية. وبما أن كلّ خطوط الزّوال متساوية الطّول، فقد تقرّر اختيار احدها وهو الذي يَمُرّ بِغْرينْويتْش بلُندن لاقامة الترقيم و يعرف بالخط الهاجِري الأساسي والمسافة بين مكان ما و بين خطّ الزّوال الأساسي تُعرف بخطّ الطول الشرقي والغربي.

ما هي الإحداثيّات الجُغرافية؟

كيف يُفَسَّر تعاقُب الليل والنَّهار؟

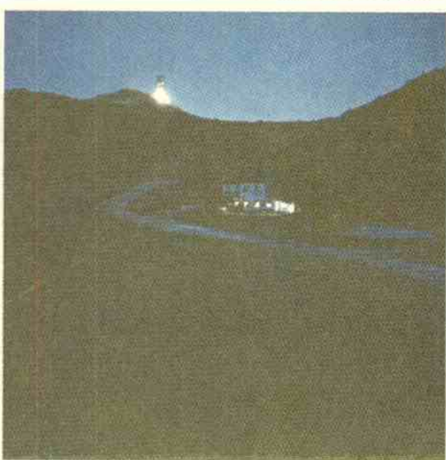
حركـــــات الأرض

عـنـدمـا تطرقنا إلى الكون عامّةً والنظام الشمسي بصفة خاصّة لاحظنـا أن كـل الأجسـام السماوية تتحرّك في الفضاء اللامنتهي.وأن الكواكب تنجز حركتين أساسيتين هما:الدورة حول محورها والدوران حول الشمس. والأرض على غرار جميع الكواكب تقوم بهاتين الحركتين.

دَوْرَة الأرض اليوميــة

تـقـوم الأرض،بدوْرة حول مِحْورها كل ٢٣ ساعة ٥٦ ثـانـيـة وذلـك من الاتجاه الغربي إلى الاتجاه الشرقي بمسافة حوالي ٠,٥ كلم في الثانية.

و يساهم المحيط الجوي الى جانب كل ماهو موجود على سطح الأرض في هـذه الحركة، ولـذلك فانه يصعب علينا إدراك حركة هذا الدوران أو الإحساس باستمرايته. إلا أن هناك أدلّة قاطعة تؤكد هذه الظاهرة. ومنها ما أوْرده جان باتيست غوغليبيميني (Gugliemini) (١٧٤٠-١٨١٧) حين قام بإنجاز تجربة بُولُونْي (Bologne) الشهيرة فقد أسْقط من أعلى بُرْج أسِينِيلّي (Asinelli) كُرةً معدنيّة ثقيلة وأثْبَت أنـهـا خلال سقْطتِها لم تتبع اتجاه المطمار ولكنّها وصلت إلى الأرض بعد أن انحرفَتْ إلى الجهة الشّرقية. ونَظراً لظاهرة الجَمَادِيَّة،فإن الأجسام التي تهْوي من أعلى **البُرج كانت تتّسم بسُرعة خطّية أكبر لأنها كانَتْ تبتعدُ من** محور الدّورة الأرضية أكثر من ابتعاد الأجسام الواقعة أسفل البرج. وهي لـذلك تقع مائلة إلى الجهة الشرقية.وكانت





هذه التجربة قد اعتُبرت برهاناً محققا أثبت دوران الأرض من الغرب إلى الشرق.

أما الدليل الثاني،فيعود إلى تجربة الفيزيائي الفرنسي ليون فوكو (L. Faucault) خلال النصف الثاني من القرن الماضي. ففي البانتيون بباريس قام بإعداد بنْدُول طويل نَثَر تحتَه رملاً؛ و بعد زمان معيّن لاحظ أن آثار البندول قد ابتعدتْ بعضُها عن بعض. وانطلاقاً من النّظرية الفيزيائية التي تقول بكوْن مستوى نَوَسان البندول لا يتغيّر ابداً فقد استنتج فوكو أن تنقُّل الكرة راجع الى دَوَران الأرض من الغرب إلى الشرق. وهكذا كانت ظواهر عديدة كلّها ترجع إلى دوران الأرض و بالتالي كانتْ أدلة على واقعيّة هذا الدّوران. ومن بَين هذه الظّواهر كذلك الانحراف الذي تَعْرفه الأجسام حين تنْتقِل بحرِّية على سطح الأرض، إذ تَميل إلى اليمين في نصف الكرة الشّمالي، وإلى اليسار في نصف الكرة الجنوبي وهذا ما يعرف بقانون فيريل (Ferrel).

ومن الواضح كذلك،أن الحركة الظاهرية للقُبة السماوية هي نتيجة دوران الأرض. إلاّ أن من أهم نتائج الدّورة الأرضية تعاقُب النّهار واللّيل،أو ساعات الضوء وساعات الظّلام. وهكذا فأشِعة الشمس لا تضيىء الكرة الأرضية. وتُعْرفُ الدائرة القُصوى التي تفصل نصف الكرة المُضاء عن نصف الكرة المُظلم بدائرة الإنارة. وإذا افترضنا أن كوكبنا الأرضي لا يدور حول نفسه فان نصف كرته،سوف يبقى دائما متمتعاً بنور الشمس بينما النّصف الآخر سوف يبقى غارقاً في الظُّلمة. و بفضْل حركة الدّوران هذه، فان كل نُقط الكرة الارضية توجد خلال اليوم الواحد في النّصف المضيء،ثم في النصف المظلم بالتتابع، فتكون ساعات الضوء هي النهار وساعات الظلام هي الليل. والنهار والليل هما مُكوّنا اليوْم الواحد.

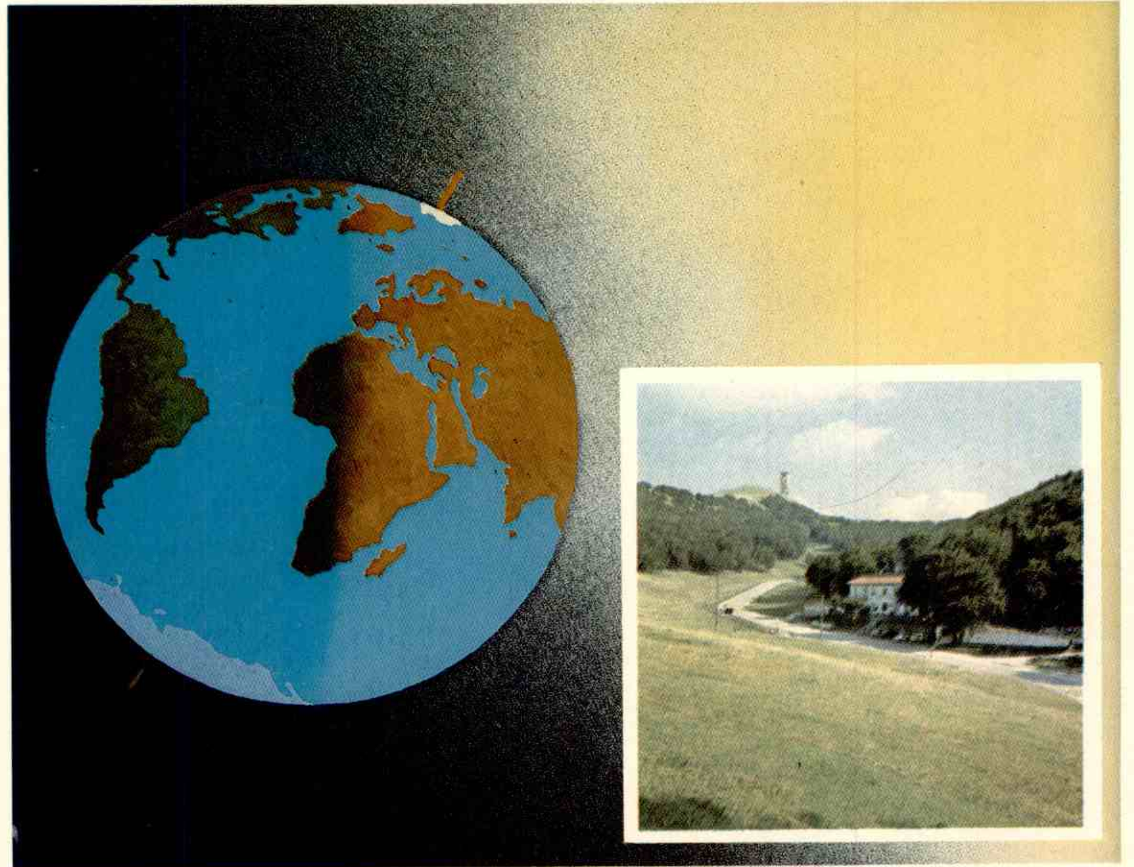
بفضل حركات دَوَران الأرض تمرّ كلُّ نقط الكرة الأرضية بالتّعاقب من نصف الكرة المضيء إلى نصف الكرة المُظلم.

في الصباح : تصلُ الأشّعة الشمسية الى الأرض مغطية كل سَطْحها ولكنّها ضعيفة الحرارة لا تُدْفىء إلاّ قليلا.

في الزّوال : الشمس تلمع وهي عالية في السماء وتكون أشعّتُها قوية.

في المساء : تغيب الشمس وتختفي وراء الأفُق و يتضاءل نُورها.

في الليل : تضيء أشعة الشمس نصفَ الكرة المُعَاكس للنّصف الذي كنّا موجودين فيه أثناء النّهار.



لماذا تختَلِف السّاعاتُ من بلد لآ خر؟

المناطق الزمنية وخط تغيُّر التّواريخ.

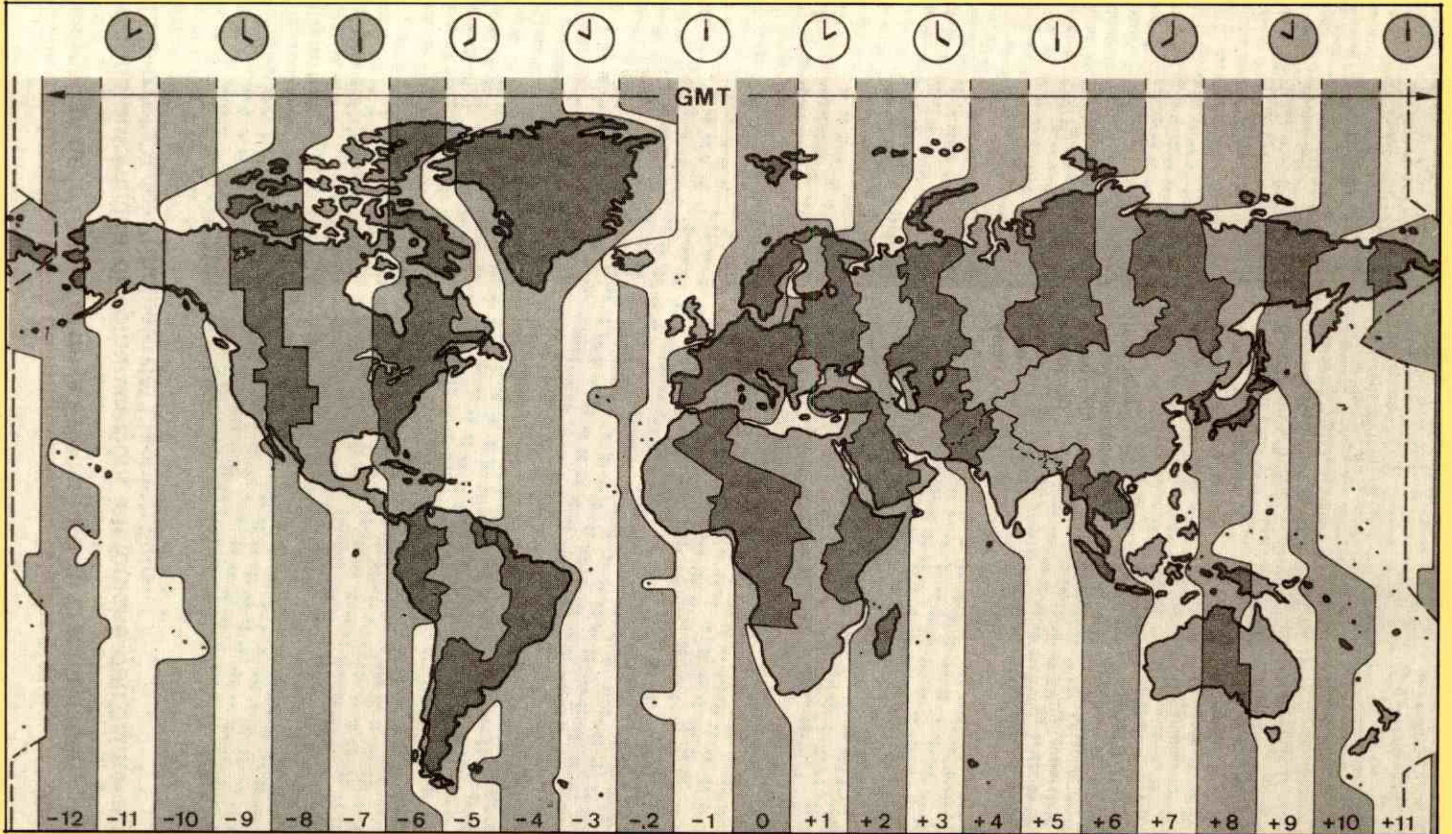
إن ظاهرة دَوَران الأ رض،هي التي يرجع إليها تعاقُب الليل والنّهار بالنسبة لنصْفي الكرة الأ رضية. فحين يكون أحدُهما غارقا في الظلام يكون الثاني مضاء بنور الشمس والعكس بالعكس.

و بهدف التبسيط قام العلماء بُتقسيم الكرة الارضية الى ٢٤ جزءاً تعرف بالمناطق الزّمنية. وكلما انتقلنا من نقطة إلى اخرى يجب تغيير السّاعة بتقديمها أو تأخيرها ستين دقيقة.

ولنفترض مثلاً أن شخصين انطلقا من نفس المكان ليتجه كلُّ منهما الى وجهةٍ مُعاكسة لِوجْهة الثاني، فإذا قامَا بضَبْط ساعتيْهما وفْق المناطق الزّمنية التي يعبرها كلّ واحدٍ من وِجهْته، فإنهما سيْلْتقِيان عند نُقطة الانطلاق وساعتاهما تشيران إلى نفس التوقيت لكن بفارق يومين.

وهذه الوضعية المُتناقضة ، قد تم تفاديها بفضل إقامة خطّ تغيير التاريخ الصّالح لكلّ المسافرين على اختلاف المناطق التي قد ينْطلقون منها أو يتوجَّهون إليها. وهذا الخطُّ يمدُّ في نصف الكرة المعاكس الخطَّ الهاجريَّ الواقع في غرينويتش (الخط الهاجري الرئيسي) ثم يخترق المُحيط الهادي. وعندما نأتي من الغرب يجب الاحتفاظ بنفس التاريخ عند اختراق هذا الخط. بينما يجب تقديمه بيوْم واحد حين نأتي من الشّرق. وهكذا تتوافق التواريخ دائماً. المناطق الفَلَكّية التي تقسم الارض حسب مستوى تشَمُّسها.

مُخْتَلف أوضاع الارض أثناء رحلتها المدارية حول الشمس. نلاحظ انحناء متواصلاً لمحْور الارض والتّنقُّل التدريجي لدائرة التنوير على سطح الارض.



دَوَران الأرض حول الشمس

في نفس الوقت الذي تدور فيه الأرض حول نفسها تقوم كذلك بإنجاز حركة دَوَران ثانية هامة حوْل الشمس وتستغرق الدّورة الكاملة للأرض حول الشمس ٣٦٥ يوماً وحوالي ستّ ساعات وهي مدّة تُعادِل السنة الواحدة.

وخلال هذه الدّورة تقْطع الأرض مداراً إهليلَجيّا وهْمياً يُعرف بالمدار الكُسوفيّ، وذلك بسرعة خارقة تصل ١٠٨,٠٠٠ كلم في الساعة.

ونحن لا نُدرك حركة دوران الأرض بلْ إننا نعتقد دائماً، أن الشمس هي التي تدور حول الكُرة الأرضية، كما يحدث حين نكون مسافرين على متن سيارة أو قطار وتظهر لنا الأشياء الخارجية وكأنها تسير في الاتجاه المُعاكس لوِجْهَة مسيرتنا. بينما نَعرف جيداً ان القطار أو السيارة التي نركبها هي التي تجري بسرعة مُخَلِّفَة وراءها تلك الأشياء.

وهناك دلائل ماديّة قاطعة تضاف الى ما سبق، تؤكّد أن الأرض، على غرار جميع الكواكب الأخرَى تدور حول الشمس.

فالدّليل الأول نجده في ظاهرة ا لتنقل الدّوريّ لكَوْكَبات النّجوم البُروجية. ذلك أنه إذا لاحظْنا وضْع الشمس بالنسبة لكوكبات النجوم فانه سيَتراءى لنا أنها تتنقّل بحوالي درجة واحدة كلّ يوم. وهذا التنقّل الظاهر راجع الى كوْن موقعنا بالنسبة للشّمس يتنقّل بحوالي درجة واحدة كل يوم طوال الكُسُوفيّ.

أما الدّليل الثاني فيمكن استخلاصه من الاختلاف الموجود بين كُتلة الشمس وكتلة الأرض. فهناك قانون في الفيزياء الآلية السّماوية يُؤكّد على أنه في نظام الكواكب ذات الكُتل المختلفة والخاضعة للجاذبيّة، فإن الكوكب الأصغر دائماً هو الذي يدور حول الكوكب الأكبر منه كُتلة. و بالنسبة للأرض فإن كتلة الشمس تكْبر كُتْلَتَها بـ ٣٣٠,٠٠٠ مرة وليس هناك من شك أن الأرض هي التي تدور حول الشمس وليس العكس.

ولكي ندرك أهمية نتائج حركة الدوران على الأرض يجب علينا أن نتذكر ما يلي:

— إن مِحور الأرض يبقى دائما مائِلاً بـ ٦٦ درجة و٣٣ درجة مئوية بالنسبة لِمُستوى المدار.

— إن محور الأرض يبقى متوازياً مع ذاته على كل نُقط المدار.

ولو كان محور الأرض عمودياً بالنسبة لمستوى المدار لكان النهارُ مجزّءاً في كلّ مكان إلى اثنتي عشرة ساعة من الضّوء واثنتي عشرة ساعة من الظلام مما يستحيل معه وجودُ تعاقبٍ بين الفصول السنوية.

ولفهم هذه الظاهرة، لابدّ من التّذكير ببعض الافكار والمُعطَيات حول اعتدال الربيع والخريف والمُنْقلب الصّيفي والشتائي.

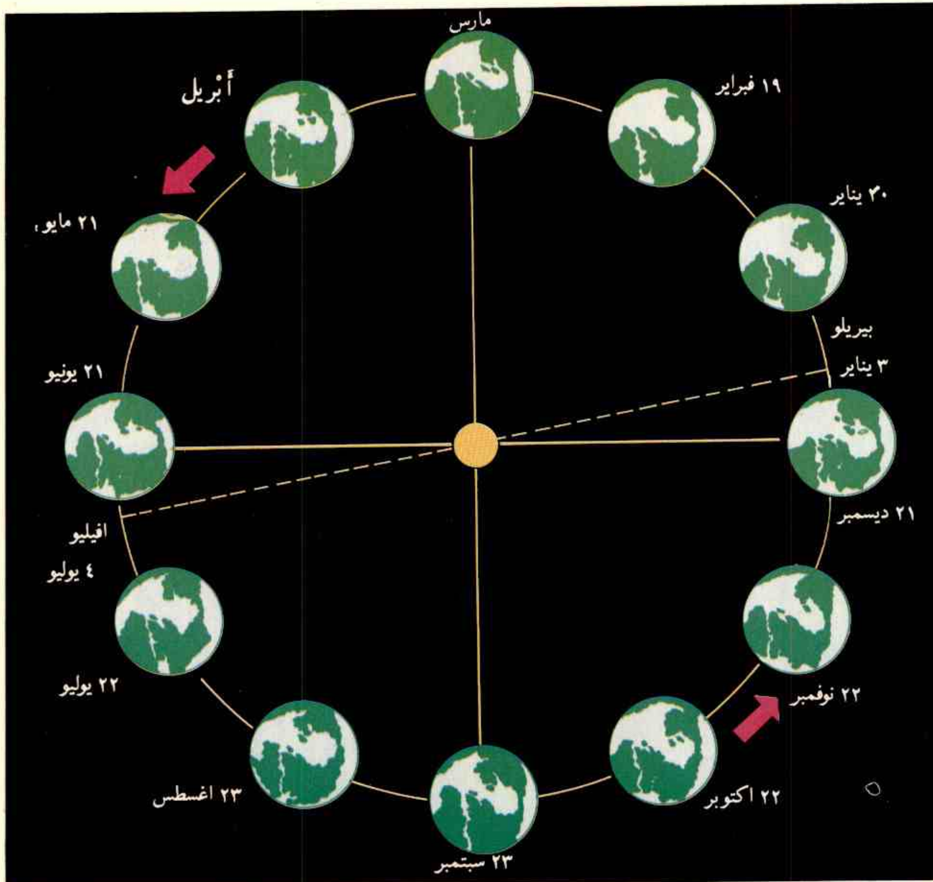
— ففي ٢١ مارس، في الظهيرة تكون أشعّة الشّمس عموديّة بالنسبة لخطّ الاستواء، وتَمُرُّ دائرة الضّوء بين القطبين حيث تسطع على مجموع نُقط الكرة الأرضية لمدّة إثنتي عشرة ساعة تعْقُبها إثنتا عشرة ساعة أخرى تكون فيها تلك النقط مظْلمة وهو ما يُعرف باعْتدال الرّبيع.

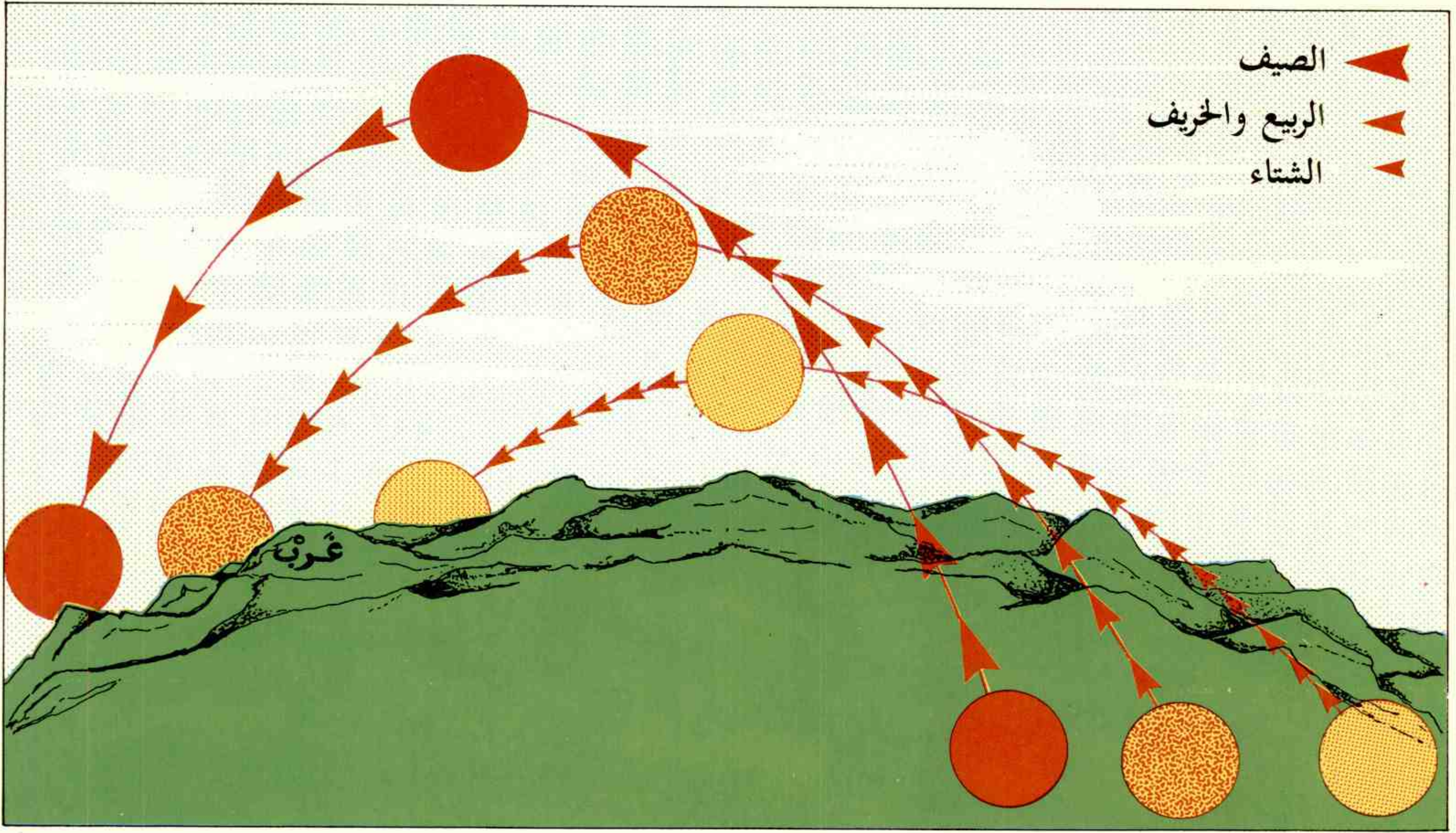
— في ٢١ يونيو، في الظهيرة تسقُط أشعّة الشمس وهي عمودية في مَدار السّرطان وهي مُتوازية تقع على خطّ العرض الشمالي ٣٠ درجة و٢٧ درجة مئوية. وتمرّ دائرة الضوء من الدائرة القُطبية الشمالية وتبقى القُنّة القطبية الشمالية مضاءة بينما يغرق القُطب الجنوبي في الظّلام لمدة ٢٤ ساعة. وهذا ما يُعرف بمُنْقلب الصّيف.

ما سِرُّ تعَاقُب الفُصُول واخْتلافها؟

لماذا تتوفرّ السّنة على ٣٦٥ يوماً؟

مُخَتلَف أوضاع الأرض أثناء رحلتها المَدارية حول الشمس. نُلاحظ انحناءً متواصلاً لِمحْور الأرض والتنقّل التدريجي لدائرة التنوير على سطح الأرض.





مُختلف أوضاع مستوى شروق وغروب الشمس خِلال الفُصول السنوية الأربعة.

— في ٢٣ شتنبر تكون الوضْعيّة مُماثلةً لما هي عليه يوم ٢١ مارس وهو ما يُعرف باعتدال الخريف.

— في ٢١ دجنبر، أثناء الظّهيرة تكون أشعةُ الشمس مُسَلّطةً بشكلٍ عَمُودي على مدار الجَدْي. وهو مُتوازية واقِعة على خطّ العرض الجنوبي بـ ٢٣ درجة و٢٧ درجة مئوية. أمّا دائرة الضوء فَتَمُرُّ من الدائرة القطبية الجنوبية وتبقى القُنّة القطبية الجنوبية تحت أشعة الشمس لمدة ٢٤ ساعة بينما يسود الظلام القنّة الجنوبية. وهذا ما يُعرف بِمُنْقَلب الشتاء.

والاعتدالاتُ والمنقلبات،تُمَثّلُ إذن المواقع المتطرّفة بالنسبة لأشعة الشمس.والتي استقرّت بها الكُرة الأرضية خلال دَوَرانها.

ففي نصف الكرة الجنوبي،وابتداءً من ٢١ ديسمبر، يطول النهار شيئاً فشيئاً إلى أن يعادل طولُه طولَ الليل في ٢١ مارس و يبلغ أقصى طوله في ٢١ يونيو.

و بعد مُنقلب الصيف،يتقلّص النّهار شيئاً فشيئاً ليعادل قِصَر الليل في ٢٣ شتنبر، و يصل الى حدّه الأدنى في القِصَر يوم ٢١ دجنبر.

وتحْدُثُ نفسُ الظاهرة في نصف الكرة الجنوبي، ولكن بطريقةٍ عكسيّة. ذلك أن تغيّرات تَنْوير الشمس للكرة الأرضية تؤثّر على المدّة التي يستغْرقها كلٌّ من الليل والنهار، كما تُحدّد مختلف انحرافات الأشعة الشمسية التي تسبب في تغيُّرات درجات الحرارة في مختلف أنحاء الأرض. و بالفعل فكمّية الحرارة التي تُوَفّرُها الشمس تتضاعفُ كلّما ضعُفت انحرافات الأشعة الشمسية.

و يَبْتديءُ الربيع يوم ٢١ مارس. وخلال هذا الفصل تَطولُ الأيام شيئاً فشيئاً،وترتفع درجات الحرارة تدريجياً. وفي نصف الكرة الجنوبي،يبدأ فصل الخريف. و بعد ثلاثة أشهر من ذلك. وفي منقلب ٢١ يونيو، يبدأ الصيف بالنسبة لنصف الكرة الشمالي،حيث ترتفع الحرارة و يتقلص طول النهار. وفي نفس الوقت يعيش نصف الكرة الجنوبي في فصل الشتاء.

وهكذا و بعد ثلاثة أشهر من الاعتدال الثاني، نصلُ إلى مُعْتَدَل ٢٣ شتنبر، حيث يبدأ فصل الخريف. وفي هذا الفصل تتقلّص مدة النّهار وتنقص حرارة الشّمس وتفْقد الأشجار أوراقَها إيذاناً بحلول فصلٍ بارد. ومع بداية الخريف، هناك يكون الصيف قد ساد في نصف الكرة الجنوبي.

المَنـــاطِق الفَلَكيّة

ينقسم سطح الأرض بفعل المُنْقلبَيْن والدائرتين القطبيّين إلى خمسة مناطق فَلَكية حسب درجة تشمُّسِها، وهي كالتّالي:

— المنطقة الحارّة: وتقع بين المدارَيْن،ويخترقها خطُّ الاستواء، و يكون فيها الطقس حاراً طوال السنة. وتسقُطُ الأشعة الشمسية هناك دائما بشكلٍ عموديّ. وليس هناك إلا اختلاف بسيط بين درجة حرارة كلٍ من النهار والليل.

— المنطقة الشمالية المُعتدلة: وتقع بين مدار السّرطان ودائرة القطب الشّمالي.

— المنطقة الجنوبية المُعتدلة: وهي تمتد بين مدار الجدْي ودائرة القطب الجنوبي.

وتتميز المنطقتان بنفس الخصائص، إذ يَظهر فيها بجَلاء الاختلاف بين الليل والنهار كما تتباين الفصول بشكل واضح.

— المنطقة الجَليديّة الشمالية: وتقع بين دائرة القطب الشمالي والقطب الشمالي نفسه.



المناطق الفَلَكِية الخَمس التي تقسم الأرض حسب مستوى تَشَمسِها.

— المنطقة الجليدية الجنوبية: وهي تقع بين دائرة القطب الجنوبي والقطب الجنوبي نفسه.

و يتعلّق الأمر في هاتين المنطقتين بقنّتين جليديتين لا تصِلُهُما أشعة الشمس إلا بكيفية مُنحرفة بحيث أن مفعول دفْئها ضعيف جداً. و يتضاعفُ الاختلاف بين الليل والنَهار كلّما اقتربنا من القطب الذي يعيش على التوالي ستة أشهر في الضوء وستة أشهر في الظلام.









بِنْيَـــــة الأَرْض

إنّ مـا تَـوَصّـلَ إليـه الجُيولوجيّون المهتمّون بِدراسة بنية الأ رض يـقـف عـنـد معرفتهم للجانب الخارجي والسّطحي من الكرة الأ رضية اذ لا يتعدّى العُمق الذي سَبَروهُ ثَمانية كيلمترات.

وهـكـذا فـنـحن لا نتوفّر إلا على معلومات ضئيلة بشأن البِنْية الباطنية لكوكبنا. وما يمْكنُ تأكيده في هذا المضْمار هو أن كَثَافَة الموادّ تضاعف تدريجياً في اتّجاة باطن الأ رض وأن درجـة الحـرارة ترتفع بدرجة مئو ية كلّ ثلا ثين متراً من الـعُـمـق. إلا أنـه بـفـضـل الـدّراسـات الـمُـقارنة للأحجار وصُـهارات البراكين والأ رجْام استخلص الجُيُولوجيون عدّة فَرَضـيـات جـعَلَتْهم يعتقدون أنّ المواد التي تُشكل كوكَبنا مُنَضَّدة على شكل طَبَقات متراكزة.

وحَـسَـب فَـرَضـية حَدِيثَةٍ فإن الطّبقة الأ ولى وهي التي تـظـهـر على سـطـح الأ رض هي قشرة الأ رض وهي مكوَّنة أساساً من سيليكات الأَلُمنيوم و يبلغ سمكها عدّة عشرات مـن الـكـيـلـومـتـرات. وتـغـطّـى ثلا ثة أر باع سطح القشرة الخارجي بالبحار والمُيحيطات.

أمّـا الـطـبقة الثانية فهي المنطقة الصّهارية حيث تكون



الصخور، وخاصة فلِزّات المِنْغَنيسيوم، على الحالة العَجينية بفعل تعرُّضها للحرارة المُرتفعة هناك. وتُعرف هذه الطبقة بالبيروسفير (بور بالإغريقية : النار) وفيها توجد الأحواض الصّاهرية وهي عبارة عن خَزّانات من الحُمَم المُذاب الذي يخرج عادة من البراكين و يقدر سمك البيروسفير بما يناهز ۰۰۰ كلم.

أما الطبقة الثالثة فهي الطبقة الأكثر سمكاً وكثافة. وتُعرف بنَواة الأرض أو مَرْكز الأرض. وتقسّم الى جُزءَيْن وهما :الغلاف الخارجي،المكون من أكسيدات المعادن ومن سلفور الكربون.ثم النواة الباطنية المكوّنة أساسا من النّيكل ومن الحديد. و يعتقد أن نواة الأرض ذات سمْكٍ يفوق الـ ٥٠٠٠ كلم.

ماذا يوجد في باطن الارض؟

إن دراسة الصخور والموادّ البُركانية والأحجار النّيْزَكيّة قد مكنت العُلماءَ مَن التَّحقُّق من توفرُ الأرض على نواة مركزية مُكوّنة من معادن ثقيلة قد تكون ولا شك هي الحديد والنّيكل. و يوجد خارج النواة الأرضية غشاء يتكون أساساً من الصّوانات (سيليكات) المغنيسيوم. وهذا الغشاء مغطّى بالقشرة الأرضية التي تختلف عن الطبقات الباطنية من حيث الخصائص والتكوين.

وعلى سطح القشرة و بداخلها توجدُ المياه التي يتكون منها المحيط المائي (غلاف الأرض المائي)، وهناك المحيط الهوائي. أو الجوّ المتكون من خليط الغازات المعروفة عادة بالهواء وهو ينتشر فوق القشرة الارضية. أما المحيط الحَيويّ الذي هو ميدان الحياة فيمتدّ بين المحيط المائي والمحيط الهوائي



لماذا عُثِر على مُتَحَجّرات بَحْرية في بعض الجبال؟

طَــــفَاوَة الــــقـارّات

بـعـد أن تـكـونـت الأ رض، وتـشـكلت، كانت حرارتُها بـدون شك مرتفعة لكوْنها تحتوي أساساً على صخور متوهّجة والـتـي قـد تـكـون آنذاك سائلة حتى على السطح. كما هي عليه الآن حين تخرج من البراكين. وشيئاً فشيئاً وبمرور ملايين السنين بدأت الأرض تبرد، وكونت من الصخور الخفيفة قشرة خارجية صلبة تغطّي كرتَها.

وامـتـداد الـمُـحيطات ومساحتُها تَتَجاوز بكثير مساحة الـقـارات. وتـقـع أغـلـب الأ راضي الـطّافية فوق البحار في نـصـف الـكـرة الـشـمـالية. بينما تطغي المساحاتُ المحيطية الشاسعة على نصف الكرة الجنوبي.

و يـظـهـر من خلال الدراسات المتعلقة بهذا الميدان أنه في الماضي البَـعيد، كانت الـقـارّات مـتـجـمـعـةً في كُـتْـلـة واحـدة تـطـفـو فوقَ المُحيط الواسع، وما لَبِثَتْ أن تصدّعَتْ وانـقَـسَّمَـتْ بعد ذلك إلى قارّات مُنْعزلة تباعَدَتْ بعضُها عن بـعـض. وتُعرف هذه النظرية بطَفَاوَة القارّات. وعند مُعاينة شـواطـيء افـريـقـيـا وأمريكا الجنوبية على أطْلَس جُغرافيّ نُـلاحظ أنـهـا مُـشَـكَّـلـة على نـحـو تـستطيع معه أن تَنْدَمج إحـداهُـمـا في الأخرى. واذا قُمْنَا بكَزّ رَسْم هذه الشّواطِيء على ورَقَـةٍ وقـطَـعْـنـا حـسـب تخطيطها وقرّبنا إحداها من الأخرى فسنجد أنها تتطابق بشَكْل واضح.

وهذه التَّجر بة من الدّلائل القاطعة التي تُدَعِمُ نظريّة طـفـاوة الـقـارّات. و يـظـهـر هذا التّأكيد كذلك من خِلالِ عُـنصر آخـر وهـو أن الـصّـخـور الـتـي تُـوجـد علي شـواطـيء الـقـارّين الـمُـتَـواجِـهَتَيْن تتمَيّز بنفس الخَصائص من حيث الـتّـكـو ين والنّباتات التي تنْغرس فيها و بَقايا الأحْفورات التي وجدت بها.

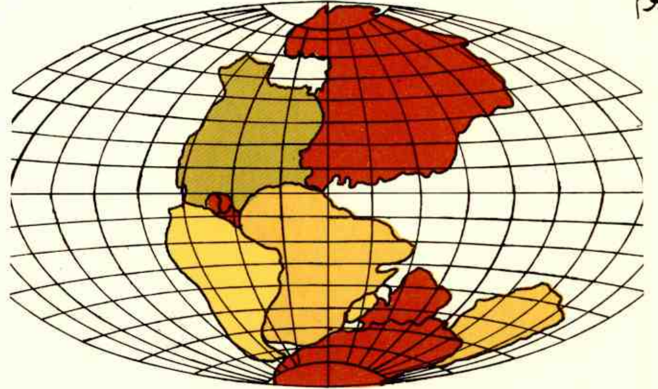
الـنّــــظريات التّشَقُّــقيّــة

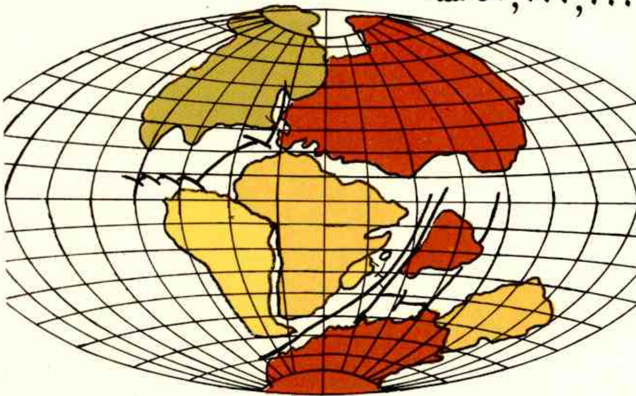
ترتـكـز نـظـريـة طـفاوة القارّات كذلك على فَرَضية أخرى

يظهر أنه خلال حِقبة زمنية بعيدة كانت القارّات كلُّها متجمعة في كُتْلة واحدة طافِيةٍ فوق مُحيط كبير و يظهر أن هذه الكُتلة قد تعرّضت للتشظي فيما بعد لتنْقسم في عدة أماكن، مما نتج عنه تكوُّن قارّات متفرقة.

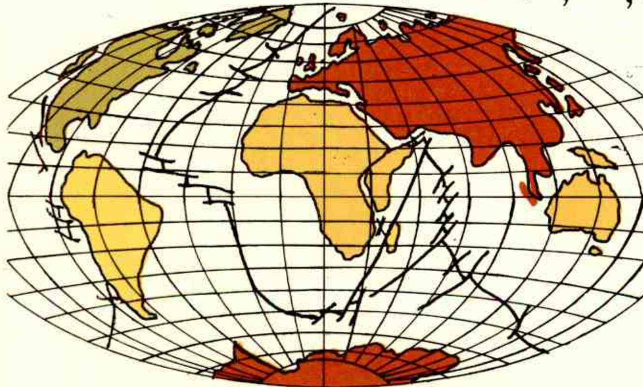
وقد انتهت هذه القارا إلى الابتعاد تدريجيّاً بعضُها عن بعض الى ان اصبحت على النّحو الذي هي عليه حاليا.

يمثّل الرسم ٤ وضْع الأ راضي الطافية قبل ٥٠ مليون سنة، وهي وضْعية نتجت عن حركة الانفصال القارّي.









مَفادُها أن القارات نفسها مكّونة من صخور خفيفة تطْفو فوق طبقات صخور تَفُوقُها من حيثُ الثّقل والتماسك والصّلابة.

والاثـتكـال الذي تُسببه الرياحُ والمياهُ للأرض قد بدأ مفعوله منذ آلاف السنين.وفي ذلك ما قد يسبب انْجراف المواد القارّية نحوَ البحار ونَحْت كلّ التضاريس وتَسْوية كل المُنخفضات الأرضية. و بذلك ستكون الأرض كلُّها دائرية ومُغطّاة بالمياه ، إلا أن الأمر لم يكن كذلك فَمَعَ تعرُض الأراضي الطّافية للانجراف والانتحات فإن القارّات التي يخف ثقلُها تدريجياً تَرْتفع. وَتقارن نظرية التّضاغُطية بين الأراضي الطّافية و بين ألواح الثلج التي ترْتَفع عن مستوى الماء كلّما استمرّت في الذّوَبان. وهذه النّظرية تدعّم ظاهرة توازُن قِشرة الأرض النّاتج عن اختلاف كثافة أجزائها. والنّظريات التي أوْرَدْناهَا،لا تأخذُ بعيْن الاعتبار فقط الاختلاف بين توزيع الأراضي الطّافية والمحيطات على كوْكبنا ولكنّها تَعنى كذلك بأصل القوى التّضاغطية التي يرجع أصلُها الى تكوُّن الجبال. وحسب النّظريات ذات المِصْداقية في هذا المجال، فان القوى التّضاغطية قد ظهرت خلال تَحَرّك القارات وتقدُّمها. ذلك أنه من المحتمل أن تكون قد رفعت جزءاً من الكتل المُتوهجة الموجودة على قشرة الأرض مما تسبّب في تكوُّن تَعاريج في القشرة الأرضية نفسها. وهكذا تكُونُ الطبقات التي كانت موجودة في قعر البحار قد ارتفعت ببُطء لتَتكوّن منها سلاسل الجبال الحالية. ذلك أننا نجد في قمم الجبال أحفورات تُشبه تلك الأصناف البحريّة التي لا زالت على قيد الحياة في الوقت الرّاهن.

وبمرور آلاف السنين ارتفعت الطبقات المُختلفة مجتمعة في المرحلة الأولى ثم وقعَتْ ثانية على ذاتها مُكوّنة الثّنايا والتعاريج. وقد ظهرت عدة فَرضَيات حول أصل هذه الطبقات،وتلك التّعاريج والثنايا. ومن أحْدثها تلك الفرضية التي تدّعي أن الطّبقات الرّسوبية قد ن ارتفعت تحت ضغط قوة دافعة عمُوديّة إلى أن وصلتْ إلى مستوىً معيّن في علوها،فانْزلقت بعد ذلك نحو الأسفل، فتكوّنت لها تعاريج ذات مظاهر مُتَفَاوتة التعقيد والغَرَابة.

وهكذا فَحين نقوم بحفر بئر عميقة في إحدى الأراضي الرّسوبية، نلاحظ أنه كلّماً أمْعَنّا في التعمُّق نَقف على طبقات تكون أكثر قدما كلما كانت سُفليّة أكثر. ويحتمل كذلك أن تكون تلك التعاريج والثّنايا خِلال العُصور القديمة قد تسبّبت في تنْضيد الطّبقات على نحوعكْسي، إذ تكون الطبقات القديمة فوق الطّبقات الحديثة. ذلك أنه في بعض الحالات حين نتعمق في حفر البِئر نجد طبقاتٍ حديثة تحت طبقاتٍ أقدم منها.



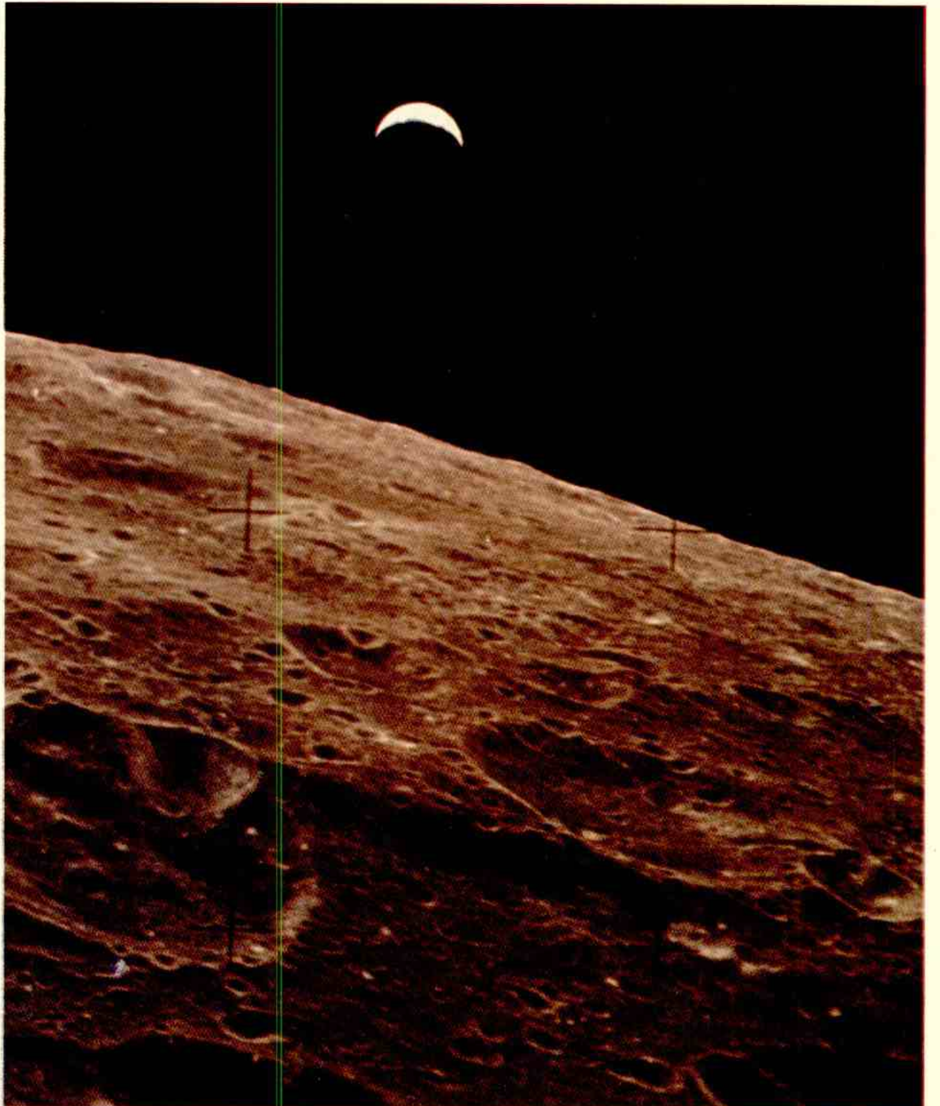
القمر

يُعتبر القمر من الكواكب الأليفة التي تَحْظى باهتمامنا بعد الشمس لِمُعَايَشَتنا لَهُ يوْمياً. وغالِباً ما نعْتقد حين ننظر إلى قرصه،أنه بنَفْس حجم الشمس تقريباً. بينما يصغرها بكثير، بلْ هو أصغر حجماً حتى من الأرض. وقدْ قدَّر الفَلَكِيّون قُطر القمر بـ ٣٤٨٢ كلم وهو مِقياس يعادل حوالي رُبع قُطر الأرض، أمّا كُتْلَتُه فهي أصغر من كُتلة الأرض خمسين مرّة. ولا تتعدى مساحتُه ٣٨ مليون كلم مربع. و يظهر هذا الكوكب لأنظارنا كبير الحجم لكوْنه قريباً منّا إذ تَبْلغُ المسافة التي تفصل بينه و بين الأرض ٣٨٤,٠٠٠ كلم.

وعلى غرار الأرض،فالقمر جسم كَثيف وصلب و بارد ولذلك فهو كَسائر الكواكب الأخري. ولا يجوز أن نَنْخَدع بنُوره لأنه يستمدّهُ من أشعة الشمس. فسطْحُه يعمَلُ وكأنّه حائط أبيض ينعكس نورُه على كلّ ما حوله من أشياء. و بإمكاننا أن نُلاحظ بالعيْن المجرّدة أن سطح القمر تكْسُوه بُقَع ومناطق داكنة. وقد سبَق لغَاليلي،أن قام بدِراسة هذه البقع التي حاوَل التعرُّف عليها بواسِطة منْظاره الفَلَكي، وكان بذَلِك أوّل من اكتشف أنّ سطْح القمر يتميّز بخشونةٍ واضِحة. واليوم و بفَضْل الرّاصدات القويّة والمرْكبات الفضائية تمَكّن العلماءُ من وضع خريطة حقيقية للقمر، أعطيت فيها صِفة البحار والمُحيطات لِمِسَاحَات مَشاهِير الأعلام بقِمَم الجبال وفَوْهات أضخم البرَاكين.

حَركاتُ القَمَر

إلى غاية ١٩٥٩ لمْ نَكُن نتعرّف سِوى نِصف الكُرة القَمَريّة ذلك أنه نظراً لتحرُّكه يُخْفِي عنّا دائماً نِصفَه الثّاني. إلا أنه بفضل بعثَة فضائية سوفياتية على متْن لُونك 3 مُجهّزَة بآلات التّصْوير الفُوتوغرافي، أمْكَن استِكْشاف النّصف الثاني المُخْتبِيء. وقدْ أثْبَتَت الصّور المُلْتَقَطَة أن ذلك النّصف الثاني الغامض يتميّز بنَفْس الخَصَائص والمَظاهر التي نَعْرفها عن النّصف الظّاهر للْعيان. و يُنْجز



بفضل الراصدات القوية والمسابير الفضائية المتطورة استطاع الإنسان أن يتحقق من الشكل الحقيقي للقمر و يعرف أنْ سطحه جبلي وغير مُسْتوٍ.

والصورة جانبه تُظهر لنا جُزءاً من سطح القمر يُعرف ببحر الزّوابع.

القمر ثلاثَ حَرَكات:

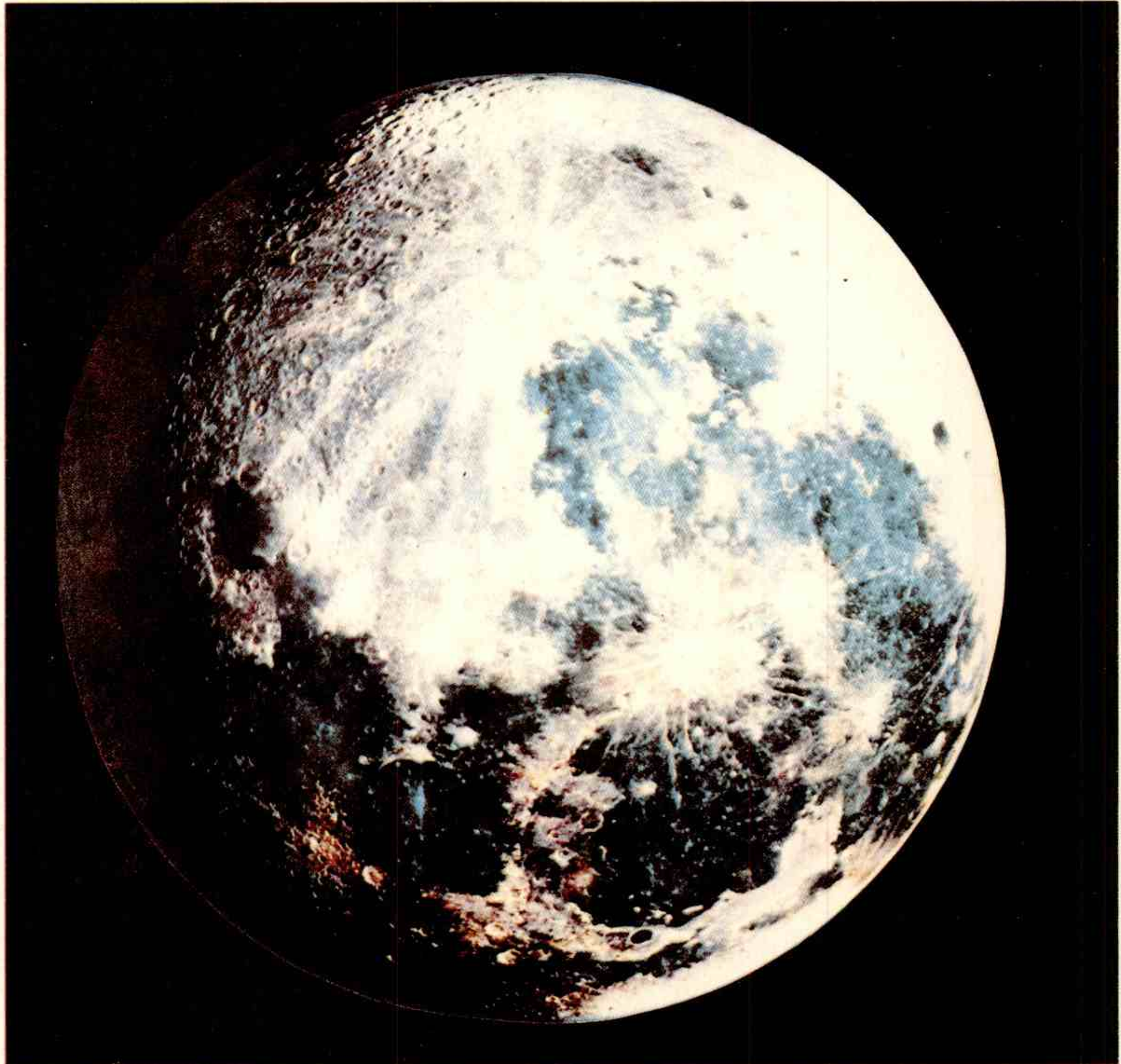
- دَوْرة حوْل مَدَاره وتسْتَغرق ٢٩ يوما ونصف يوم.
- حركةُ دَوَران حوْل الأرض تَدُوم كذلك ٢٩ يوماً ونصف يوم.
- حركة اِنْتِقَالِيّة حوْل الشّمس وتستغرق سنةً كاملة.

ونظراً لكوْن الحركات الثّلاث تتمّ في نفس الوقت فإن القمر يظهر لنا دائماً على وضع و بنورٍ مُختلفيْن. و بالفعل، فحين نُعاين هذا الكوكب في اللّيالي الصّافية لمُدّة شهر

هذه الصورة الواضحة للقمر تبيّن المناطق في الخَلْفية المضيئة في الكرة القمرية. وتُمثّل البُقعُ الداكنةُ البِحارَ التي قد تبلغ سَعَتُها مقاييسَ هائلة ومن أشهرها «بحر الزّوابع» المشهور.
ويمثل مجموعُ الأجزاء المُنيرة المناطق الجبلية وتحمل إسم «الأرض».

بعض الأرقام المتعلّقة بالقمـر

- نصف القطر: ١٧٣٧,٩ كلم (ربع نصف قطر الأرض)
- الكُتلة: ١/٨١ من كُتلة الأرض
- الكثافة: ٣,٣٦ غ/سم^{٣}
- الحجم: ١/٤١ من حجم الارض
- البُعد الأدني عن الأرض (الأوج): ٤٠٥,٥٠٦ كلم
- البُعد الأدنى عن الأرض (الحَضِيض): ٣٦٣,٣٠٠ كلم
- معدل المسافة: ٣٨٤,٤٠٣ كلم
- السّرعة المَدارية: ٦١,٢٠ كلم / س
- الدّوران الفَلَكي: ٢٧٦ يوم و٧س و٤٣د و١١ث
- الدّوران الاقتراني: ١٩ يوم و١٢س و٤٤د و٣ث



لماذا لا يظهر لنا من القمر سوى جزء منه احيانا؟

كامِل، فإنّنَا سوف نراه تَارةً مُكتَمِلاً وتارة أُخْرى لا يظهر لنا سِوى نصف كرته.وطوراً آخر يحجب عنْ أعيُنِنا تماماً.

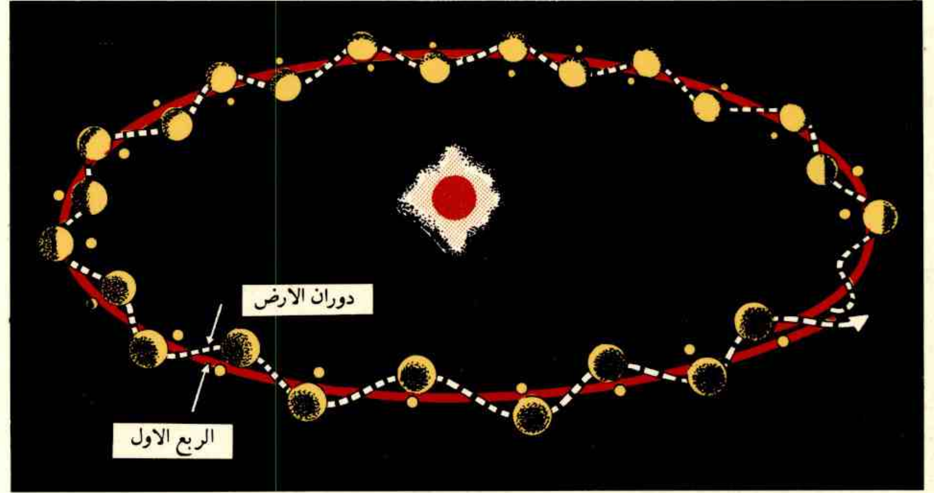
وتُبَيِّن لنا أوجه القمر التي نُشَاهِدها مُختلف المظاهر التي يتخذُها خِلال ٢٩ يوما ونصف يوم التي تَستغرقها مُدَة دَوَرانه حول الأ رض. وتَتَلاحَقُ الأ وجه الأساسية بفواصِل مُنتظمة مُدّتُهُ كل واحدٍ منها سبعة أيامٍ وتسع ساعات، وذلك على النحو التالي:

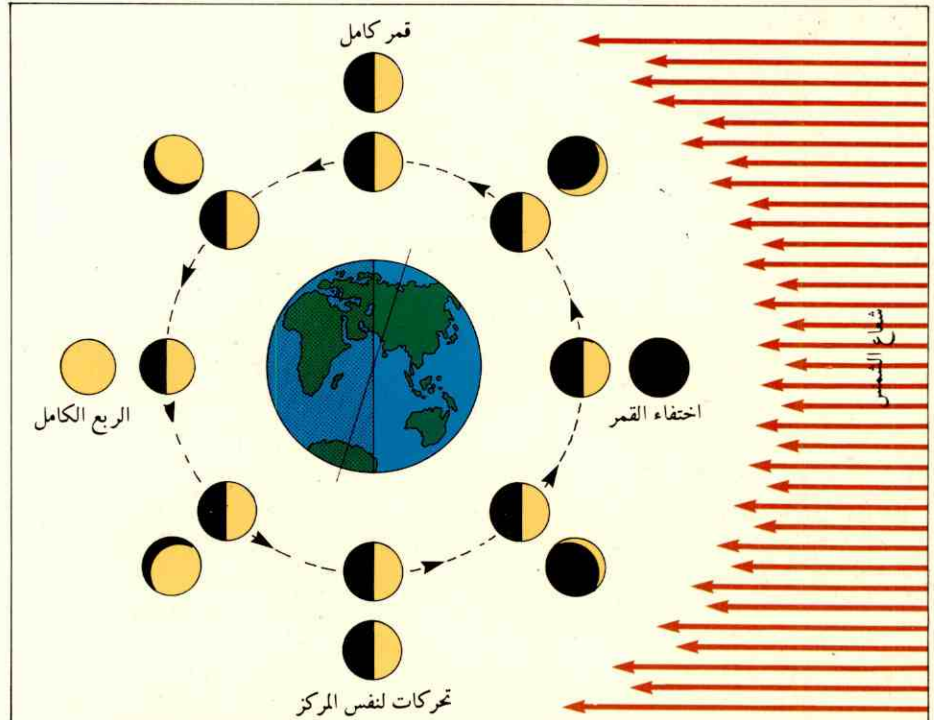
— الوجه الأ ول أو الهلال: في بداية الحَلَقة يوجد بين الشمس والأ رض. وفي هذه المرحلة يكون نصف كرة القمر المُقابل للشمس هو المُضَاء والظاهر للْعيان بينما يبْقى نصفُ الكُرة المُواجه للأ رض مخْتفياً وغيْر ظاهر. ولهذَا السّبب يحتجب القمر عن أنظارنا ولا يظهر في السّماء. وفي حالة ظهور الهلال أو الغُرّة فان الشمس والقمر يُشْرقان في نفس الوقت و يغر بان في نفس الوقت تقريباً.

— الوجه الثّاني، أو رُبُع القَمر الأ ول: وفي هذه المرحلة يكون الجُزْء ُالمستدير من القمر متّجهاً نحو الغَرب و يظهر القمر على شكل هلال. و بعدَ مرور أسبوع على الوجه الأ ول يتأخّر بزوغ القمر يوماً عن يوم. وفي المر حلة الأ ولى من الربع الأ ول يظهر في الأفُق ظُهراً و يخْتفي حواليْ منتصف اللّيل، ولا نرى سِوى نصف قُرْصه الذي تتمكّن الشمس من إضاءتِه.

— الوجه الثّالث أو البَدْر: بعْد سبعة أيّام من المرحلة الثّانية يكونُ القمر قد اتّخذَ وضعيّةً مُتعارضَةً قُطريا مع وَضْعية الهلال. وهي ما يُعْرف بالمَفْهوم الفلكي «بوضْعية التَّقَابُل». و يكون قُرص القمر كلّه متنوراً بأشعة الشّمس. وفي هذه المرحلة يشرق القمر في الوقت الذي تَغِيب فيه الشمس و يبقى مُتلأْلئاً طوال الليل.

— الوجه الرابع أوْ رُبع القمر الأخير: في هذه المَرحلة تكون حَلَقة التسع وعشرين يوماً، او الشّهر القمري على وشْك الانتهاء. والقمر في هذه المرحلة يُشْرق في منتصف الليل،و يغِيب في منتصف النّهار. وهونِصفُ مضاء و يكون طرْفُه المستدير متجهاً نحو الشرق وهو ما يعرف بالقمر المُتناقِض.





خُسُوف القَمَر

يُمْكن مُعَايَنَة خُسوفات القمر أثناء بعض اللّيالي التي يظهر فيها البَدْر. وهذه الخُسوفات على غرار الكُسوفات تكُون إما كامِلَة أو جُزْئيّة وذلك مَرْهون بمَدَى تمكُّن مَخْروط ظِلّ الأ رض من اكتساح القمر كلّه أو جُزْءٍ منه فقط. وأثناء الخُسوف تُوجد الأ رض بين القمر والشمس.

يدور القمر حول الأ رض التي تدور كذلك حول نفسها وحول الشمس. وعليه فمدار القمر لا يمكن أن يكون على شكل خطٍ متماسك، بل عن خطّ متعرّج يعرف بالدَّوَ يْري الفَوقي.

من خلال الرسم تَظهر مختلف أوجه القمر كما نراها من الأ رض (أعلاه) وكما تبدو لنا حين تكون تحت مستوى المدار الارضي (أسفله).

الرَّحلاتُ إلى القَمَر:

يُعتَبر القَمر من أهمّ الكواكب بعد الشّمس، التي حظيت باهتمام الإنسان. وقد كان دائماً مَوْضِع التّخمينات والأحلام والمُغامرات، الخيالية للعقل الإنساني.

وكانت سنة ١٩٥٧ تاريخاً مهمّاً في حياة الانسانية حيث بدأت الرحلات الفضائية مع إطلاق القمر الإصطناعي سبُوتنيك ١ الذي أنجز مداراً حول الأرض. وهكذا بدأ الحُلم الإنساني يتحقق تدريجياً. و بعد هذه الانطلاقة الأولى توالت الرحلاتُ في اتجاه القمر بهدف الحصول على المعلومات الدقيقة بشأن هذا الكوكب.

وهكذا حصلنا على أول صورة فوتوغرافية بواسطة لونا ٣

الصـــورة ١ :

الأميريكيون الثّلاثة الذين ساهموا في أول رحلة قمرّية وهبطوا فوق سطح الكوكب: أمسترونغ والْدرين وكولينس

الصـــورة ٢ :

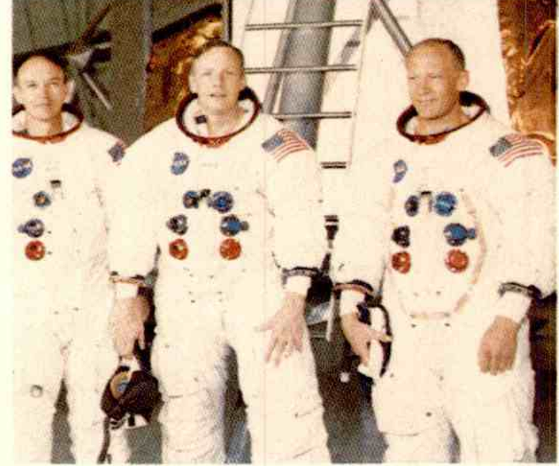
أرمسترونغ وهو على سُلّم المركبة الفضائية ليم.

الصـــورة ٣ :

أرمسترونغ وهو يخطو أولى الخطوات التاريخية على سطح القمر، و يقوم بوضْع علم بلاده على أرضية الكوكب.

الصـــورة ٤ :

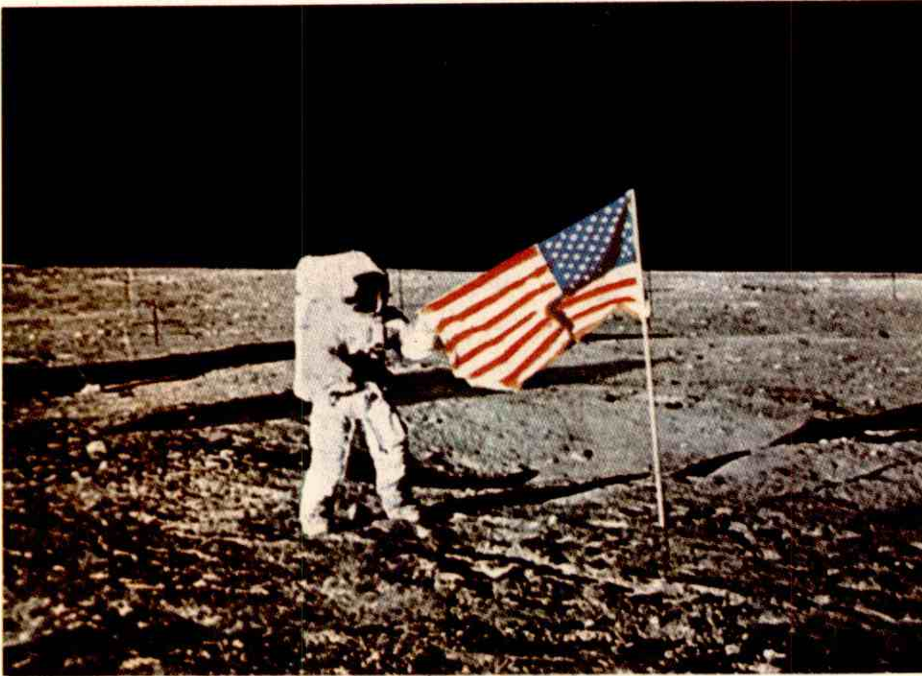
ارمسترونغ وهو يعود إلى المركبة ليم، بعد أن وضع المُعدّات والأجهزة العلمية على سطح القمر.



١ ▲

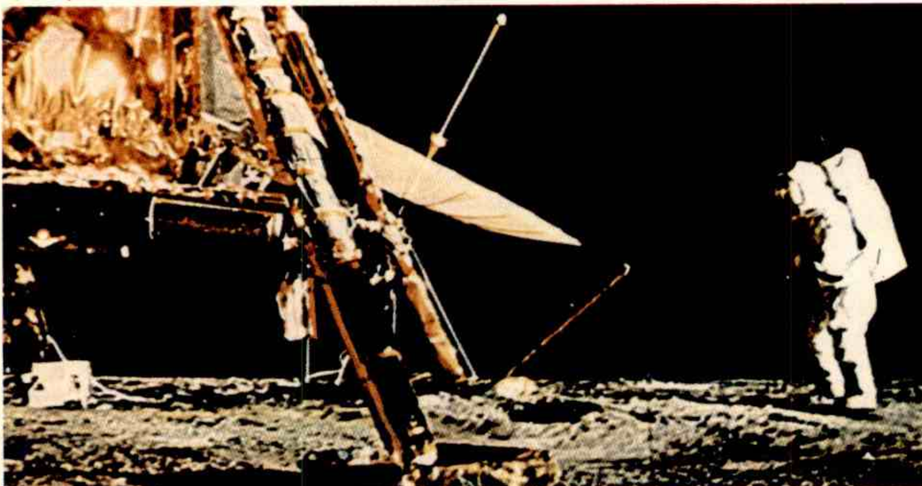
٢ ▼





٣ ▲

٤ ▼





سنة ١٩٥٩ تظهر فيها الواجهة الخفّية للقمر. اما لونا ١٣ فقد توصّلت الى تصو ير فوتوغرافي لسَطْح القمَرِ كله.

وفي سنة ١٩٦٩ تمكن الإنسان من الهبوط على سطح القمر ويخطوَ خطوةً جبّارة في تحقيق أحلامه.

وكان نيل أمْسْتْرُونغ وادوين من أرضية القمر ووضع الآليات والتجهيزات اللاّزمة للبحث والإستكشاف، التحقا برفيقهما كولينس الذي بقي على ظهر المركبة ابولو ٢ يدور حول القمر. وهكذا بدأت المغامرة التاريخية ومازالت مستمّرة إلى اليوم.



الصورة اليُسرى اعلاه، قطعةً من احدى الصّخور القمرّية حملَها إلى الارض طاقمُ المَرْكَبة الفضائية أبولو ١٢

الى اليسار:

قطعةً صخرية مُضاءة بفِعْل النور المَسْتَقْطَب.

إلى أسفل:

فُوَّهةً على سطح القمر. وتوجَد به فوّهاتٌ عديدة مُهْولة من حيْثَ عُمقها ومقاييسها.




اصل الحياة

أصـــل الحَـــيَاة

حين نـتأمّل مخلوقات اللّه تعالى التي لا تُعدّ ولا تحصى والـتي تنْتشر في أرجاءِ المَعمور. نَتَساءلُ مباشرةً عن أصْلها الأ ول وكـيـف تـمّ خـلْـقُها. ومنذُ العصور القديمة الى يومنا هذا والنّقاش مازال حادّاً حول أصلِ الحياة.

كـانَ أرسْـطُو، وهو فـيْلسوف إغريقي عاشَ في القرن الـرّابع قـبلَ الـمِيلاد. يعتقد أن بعض أصْناف الحَيوانات والـنّبـاتـات قـد تولّدتْ بصفة تِلْقائية من المادّة اللّاعُضْو ية كـالأحـجـار والْـوَحل والشعر. واشتهرتْ فكرته هذه تحت اسم «نـظريـة الـتّوليد الذّاتي أو التّلقائي». ومَفَادُها أن المادّة تتوفّر في بعض أجزائها على عُنصر نَشيط بإمكانه تَوْليد كـائـن حـيّ إذا تـوفـرتْ لـه بعض الظروف المُلائمة. وقد شاعَتْ هذه النّظرية وَرَأى فيها الجميع آنذاك حقيقةً مُطْلَقَةً لِـمُدّة قُرونٍ بـعْـد ذلك لكوْن أرسطو كان سُلْطة عِلْمِيّةً في عصْره.

وهَـكَـذَا ظَـهَـرَت عِـدّة أسـاطير نُـسِجَـتْ حوْل التّوليد الـتّـلـقـائـي وشاعَت ادّعاءات المُسافرين عن وجود بُلْدان عَـجـيـبـة يـتـولّـد فـيـهـا فراخ الـبط والخرفان عن الفواكه والأشجار. وفي القرن السابع عشر أوْرَد الطّبيب البلجيكي فَإن هيملونت (V. HELMONT) مَنْهَجيّة لتَوْليد الفِئْران في مدّة ٢١ يوما، و يكفي لتَحْقيق ذَلك أنْ يُتْرك قميص وسخ في أحد الأ ركـان مع حبّات قمح لمدة ٢١ يوما لتتولّد عن ذلك فـئْران صغيرة بكيْفية تِلْقَائية بفَضْل العُنصر النّشيط الذي يحْتوي عليْه العَرَق الموجود على القَميص.

وفي نـفـس الـفـتـرة قـام عـالـم إيطالي وهو فرانسيسكو ريـدي (F. REDI) بـالتّطرّق بكيفية علمية لأَصْل الأحياء وكـان رائدا في هـذا الاتجاه. وكـان يـعـتقد أن الكائنات الحـيـة لا تـسـتطيع أن تَتَوالَد تِلْقائياً وأن الدّيدان التي تَنْشَأ على المادّة الـمُتَفَسّخَة قدْ تمَخّض عنْها بيض ملقّح من وضْع حيوانات أخرى.

ولإِ ثْـبـات صِـحّة فَرَضِيّته تلك، قام ريدي بوضْع بعض الـسَّـمَـك وشَرَائح لحْم في أوعيةوأحْكمَ إغْلاق بعضها وتَرك الـبعض الآخر دون إغلاق. و بعد أيّام، لاحظ أن الأ وعية المـفـتـوحة والتي كان الذُّباب ينْفُذُ إليها، أصْبَحَتْ مُمْتلئة بـالـدّيـدان الـتـي تَـعُـجّ بـهـا قـطع السّمك وشرائح اللّحم المـتـفـسّـخـة.بينما كانت الأ وعية المحْكمة الاغْلاق خالية تمـامـاً من الدّيدان. وأعَادَ ريدي التّجر بة مرّات ومرات وفي ظروف مُـخْـتـلفة فكانت النّتيجة دائماً على النّحو الأ ول. فَاسْتخْلَص أن الدّيدان كانت تَنْشَأ من البَيْض الّذي يضَعُه الـذّبـابُ وأنّ الـسّـمـك والـلّـحـم لايُـمـثّل سوى غذاء لها.



وهـكـذا قُطعتْ أوّل مرحلةٍ في اتّجاة نظريّة جديدة عُرفت بـنـظـريـة «الاستِتْباع الحَيَواني» التي تؤكّد أن كلّ كائِنٍ حيٍّ يتولّد عن كائِنٍ حيٍّ آخر.

وقد مـرتْ نـظـرية الاستِتْباع الحيواني بمراحل شاقة في بـدايـتـهـا قـبـل أن تَفْرض نفسها و يَقْتَنِعَ بها الجميع. فبعد بضع سنوات من تجر بة ريدي توصل الهُولَنْدي فان ليونهوك A. L. LEEWENHOEEK إلى أن صـنـع مِـجْـهـر بـدائـي اسـتـعـملـه لمُعاينة الحُييّات كالجراثيم والميكرو بات لكنّه مع ذلك لـم يـتـمكّن من تَفْسير كيفية تَوَالد هذه الحُييات بكيفية جِنْسيّة. و بعْدَ فشَله عاد إلى نظرية التّوليد التلقائي.

ولـكـن هـذه النّظرية ما لِبث الدّراسات أن تَجَاوَزَتْها بـعـد اكـتـشـافـات عالم فرنسي مُخْتصّ في الكيمياء وعلم الأحـيـاء الـمِـجْهري. وهو لو يس باستور L. PASTEUR. فـمـنـذُ شـبـابـه اهتمّ بمسْألة تَخَمُّر الخمر والخَلّ والحليب، وأفـلـح في إثبات أن ذلك التّخمّر ناتِج عن تدخّل الحُيَيّات كـالجـراثـيـم والـمِكْرُو بات المُتواجدة في الهواء والأ رض وغيرها.

ولـتـوضيح اسْتِحَالة الانْتعاش التِلقائي قام باستور بعدّة تجارب مـسـتـعـمـلاً فـيـهـا طريقة التّعقيم أو البَسْتَرَة التي مـازالت تحمل اسمه. فقدْ ترك حساء يغْلي في وعاء زجاجي ذي عـنـقٍ مُلْتو لمدة طو يلة فلاحظ ان الحساء بقي معقماً، فـاسـتـنـتـج أن مـا يفْسد المواد ليس هو الهواء ولكنها تفسد بـفـعـل تـكون الجراثيم التي يحتوي عليها ذلك الهواء نفسه. و بفضل العنق الملتوي للزجاجة تبقى في الهواء دون أن تنفذ الى الحساء الذي يبقى معقماً باستمرار.

وخـلال تجر بـة لاحـقـة قـام باستور بتمكين الهواء من الا تـصـال بالسّائل، فلاحظ ان التّخمر قد حصل على التّو. وهـكـذا فـتحتْ إبحاث وتجارب باستور حول الميكرو بات والجـراثـيـم المجال امام الطب للتعرف على بعض الأمراض ومقاومتها ثم إبادتها نهائياً في بعض الحالات.

الـــــخَلِـــــيّة

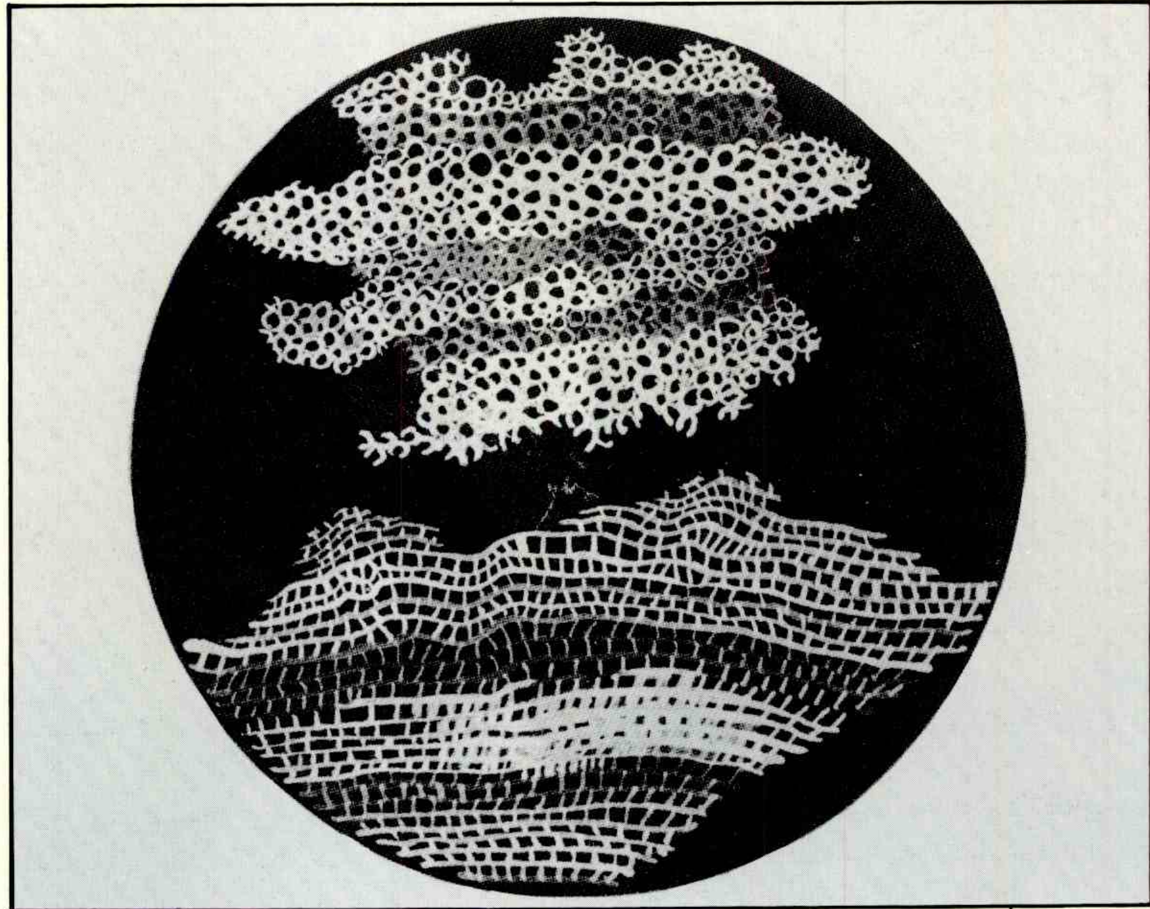
بِنْيَتُهَـــا وخَصَائِصُهَـــا العَـــامّة

رغـم الاختـلاف البين بن أشكال الكائنات الحية، فإنّـهـا تـشـترك كلُّـهـا في خـاصّـيّـة مُعيّنة ألاَ وهي وحْدةُ التركيب.

فَـكلُّ الحـيوانـات والنـباتات من أبسطها إلى أعْقَدِهَا خِلْقَةً وتركيباً، مُكّونة من المادّة الحية أو الجَوْهر الكِيمْيَائي الـذي يـتيـح تحقيق ظواهر حياتيّة مُعقّدة تعرف تحت اسم الجِبِلّة أو «البُروتُوبْلاَزْم» أي العنصر الأوّل الذي تشكل في الكائن الحي، وهو يتكون من مواد عضرية كالبْروتينات والدُّهْنيات والسُّكّريات ومن موادّ غير عضوية كالماء والامـلاح المعدنـيّة. و يوجد البروتوبلازم في مرحلته اللاَّمُتَبَلْورَة كعنصر عديم الشكل ولكن يتواجد دائما على شكل خَلَوِيّ. فكل النباتات والحيوانات مكونة من الخلايا، وهي أجسام أوليّة غير قابلة للتجْزئة وتصدر عن خَلاَيا مُمَاثلة من حيث الشّكل والوظيفة.

وأول من استعمل كلمة «خَلِيّة» هو العالم والمخترع روبيرت هوك R. HooK. فأثناء معاينته لأوراق الفلين

هوك Hooke وهو يراقب قطع الفِلّين بواسطة مِجهر. لقد لاحظ أن القِطع تتخلّلُها ثقوبٌ ومَسَامّ على شكل قرص العسل. وقد اطلق عليها اسم الخَلاَيا.



الرّهيفة، لاحظ انها مُركبة من حشدٍ من القِطع الصّغيرة التي تفصل بينها جُولات دقيقة، فأطْلق اسم الخليّة على هذه الأجزاء الصّغيرة لمكونها منضّدة على شكل حُجَيْرات صغيرة مجاورة. وفيما بعد، استعْمَل مُصْطَلح «خِليّة» للحديث عن محتوى القطع الصّغيرة و بعد ذلك، أطْلق الاسم كذلك على الوحدات الجِبِلّيّة أو البروتُبْلازمية الأساسية التي تتكون منها سائر الاجسام الحيوانية والنباتية.

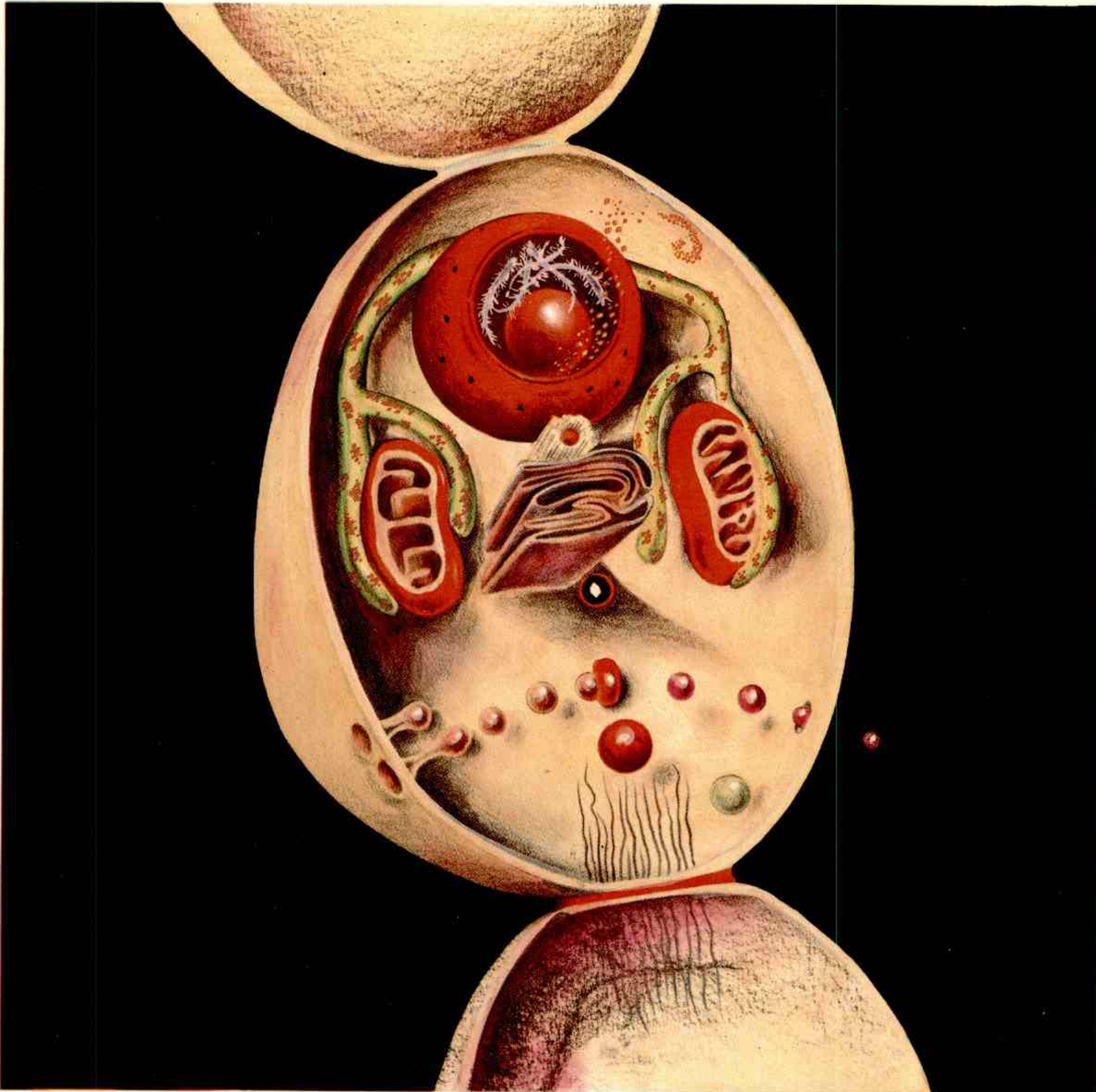
و يتنوع شكل الخلايا بصفة عامة، بتنوّع وظائفها. وهي على غرار سكان بَلَدٍ ما مُنظّمة في مجمعات يسود فيها توزيع الوظائف والمهام.

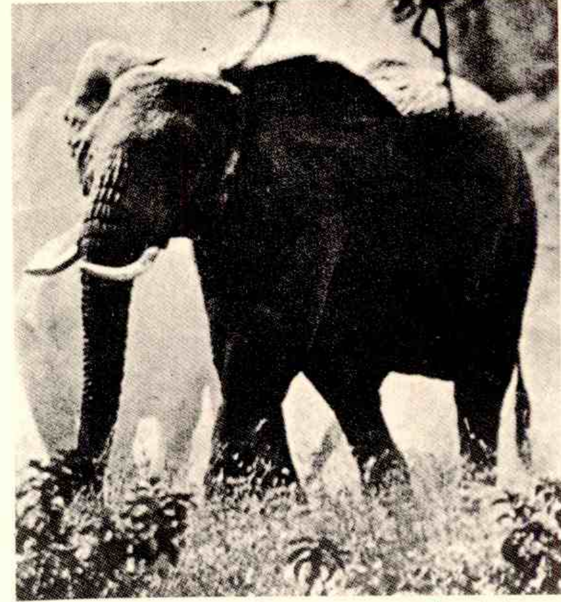
وتُشَكّل مجموعة الخلايا المتّحدة الشّكل والمشتركة في نفس المهمة ما يعرف بالنسيج. وحينما تجتمع عدة أنسجة لتنجز نفس الوظيفة، فهي تكوّن ما يعرف بالعضو. وعندما يكون نشاط مجموعة من الأعضاء مسخّراً لتأدية نفس الوظيفة فهي تكوّن ما يعرف بالجهاز.

ومهْما كان شكل الخلِيّة ووظيفتُها فهي على غرار كل الخلايا المعروفة، تتكون من الغشاء الخَلويّ ومِن الهيوليّ (أو السّايْتُو بلازم) ومن النّواة.

— الغشاء الخلويّ : وهو غلاف رهيف يلُفُّ مجموع الخَليّة و يقوم بِضَبْط كل التبادلات الحاصلة بين الخلية والبيئة المُحيطية ذلك أنه يسْمح بمرور المواد النافعة والمُغَذية التي تنفذ داخل الخليّة وكذلك بخروج النّفايات

ان الخليـة هي الوَحدَة البيولوجية الأساسية في الأجسام الحيّة.
داخل هذه الخلايا توجد أعضاء دقيقة تؤدي سيرورات إنْجاعِية مُعقّدة توفر الحيوية والنشاط المنتظمين والمُتكامِلَيْن للجسم.





إن الفَـأر مثلُه مثل الفيل، كلاهُما يتوفّر على نفس الخلايا بنفس الحجم.

غير النّافعة للخلية.

— الـهـيُولي (او السايتوبلازم) : وهو مادّة هُلاَمية لَزِجَة وشفَـافة تقع بين النّواة والغشاء الخَلَويّ. والهيولي هو الذي يؤدي أكـبر شطر في النشاط العادي للخلية، وهو مَرْهُون بالنّواة التي تَضْبط عَمَلَهُ ووظِيفته.

و يحْـتوي السّايْتُوبلازم على عناصر دقيقةٍ تقوم بإنجاز أعـمال غـاية في الـتعقيد، كتغذية الخَليّة والغاء التّفايات وتخْزين المواد الغذائية وتوزيع الطاقة.

— الـنّـوَاة : وتـوجـد بـصـفـة عامّة في مركز الخلية وهي مغـلّـفة في غشاء يفصلها عن الهيولي. ويمكن اعتبارها بمثابة دمـاغ الخـلـيـة لأنـهـا تـقـوم بـتسْيِير وتوْجيه كافة أنشْطَتِها. و يـوجـد بـداخل النّواة جِسم صغير مدوّر الشّكل، و يعرف بالنُوَيَّة بالإضافة إلى جُزَيْئات دقيقة مكوّنة من مادة صبْغيّة تـعـرف بـالِـصّـبْـغـيـنْ (أو الكْروماتين) تتكون بدوْرها من حـامـض (الـديـوكـسيتيبيونوكليك Dioxytibioncleique) الـذي تـتَشَكّلُ منه الِصّبْغيات (أو الكروموزومات). وهذه الاخيـرة لها دور نـقل الخصائص الوِراثية أي تلك الطبائع والخاصّيـات الـتـي يرثها الانسان من آبائه و يورثُها أبناءه بدوْره.

— الوظائـف الـخَـلـويـة : تتخصّص الخلايا في إنجاز بعض الوظائف الحيوية التي نوردها كما يلي:

— الـتـأثُّريّة ، وهي قدرة الهيولي على الاستجابة لمؤثرات صادرة عن الـعالم الخارجي. وكلُّ الخَلايا تتوفّر على هذه الـتحـسُّـسِـيّـة وهـذه الـتَّـأثُّرية وهي بذلك قابِلة للاستجابة لـمُنبّهات مُختلفة. وهذه القدرة متطوّرة بشكل خاصّ لدى الـخَـلاَيـا الـعـصـبـيّـة الـمُـتـخـصـصة في هذه الوظيفة على الخصوص.

— الـنّـاقِـلِيَّة : وهي خاصيّة الهِيولي الذي يقوم بإيصَال دِبْدَبَة تَهْيِيج وتنْبيه من النُقط التي وقع عليها المؤثر إلى أبعد نُقطة في الجسم الخَلَويّ.

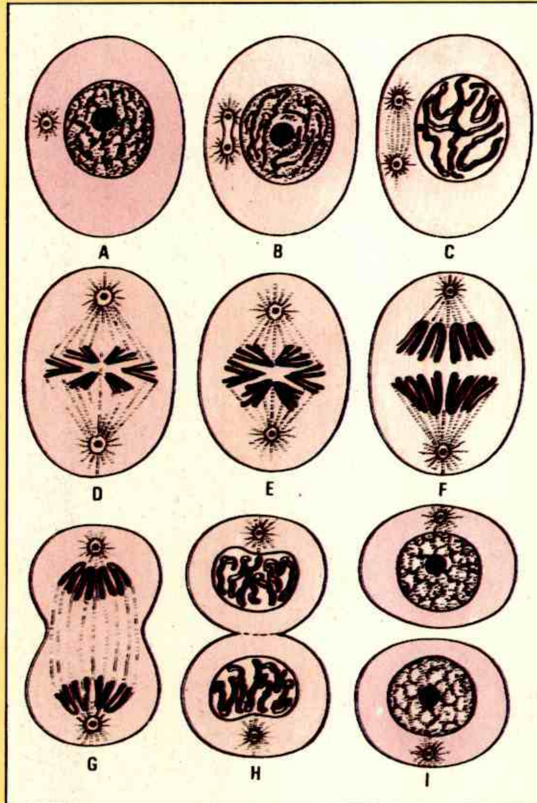
— الـتـقلُّصِيَّة : وهي قدرة الهيولي علي التغيُّرات بكيفية تجـعـل الخـلـيـة أو جزءاً منها قابليْن للتَقلُّص في أحد نقطها. وهـذه الخـاصّية تتميز بها خلايا النّسيج العَضَليّ التي تتخذ شكلاً و بِنيّة مُكيّفَتيْن مع الدّور الذي عليها أن تقوم به.

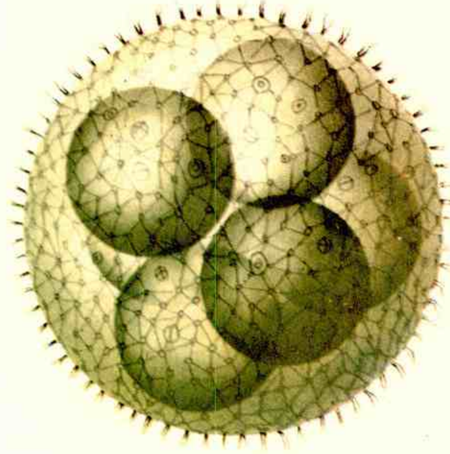
كيف تَـنْـمو الـخَـلِـيَّـة وتَتَكاثَر؟

الانقسام الفتيلي : خِلال الطّوْر الأ وّل (C.B.A أ.ب.ج) تـنـقـسـم الـصّـبـغـيّـات في الاتجاة الطُّولي. وتتقلّص ثم تزداد عرضاً مُشكّلة نوعاً من اللّوالب.

خـلال الـطـور الانـفـصـالي (G.F و.ز)، يـتـجـه نـصـف الصّبغيات نحو الأقطاب المتعاكسة في الخليّة.

أما اثـنـاء الـطـور الأخير فـتـتجمع الخلايا لتكون مجموعتين (H.ح) وخـلـيّـتين تـتـمـخّـض عنهما الخلية الأمْ المنقَسمة و يكون عدد صبغيات الخليّتان الوَليدتّان مطابقا لعددِها في خلية الأمْ.





الفُولْفُكْس عبارة عن مجموعة من العناصر الأُحاديَّة الخَليَّة.

— الامْتِصاص : وهي قابليّة الهيولي لامْتصاص الموادّ المُغذّية الآتية من العالم الخارجي على شكلها الصلب أو المُحلّل. والأجسام الأحادية الخَليّة تمتصّ الأجسام الصلبة بفعل الزيادة المُفرطة في البروتوبلازمات المعروفة بالشَّواة الكاذبة، وهي تحيط بالمواد المغذية،وتحتجزها لتُدخلها الى باطن الخلية، وتعرف هذه السيرورة بالبَلْعَمَة.

وامْتصاص الأغذية لا يتم الاّ بعد تحويل المواد إلى عناصر قابلة للذَّوبان، أي بعد الهضْم بفضْل مفعول الأنْزيمات. وخلايا الأمعاء جدّ متخصّصة في إنجاز هذه الوظيفة.

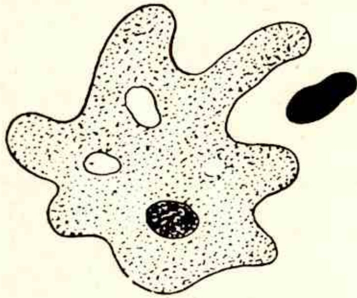
— التَمْثيل الغذائي : هو استعمال الخليّة للمواد المُمْتصَّة.

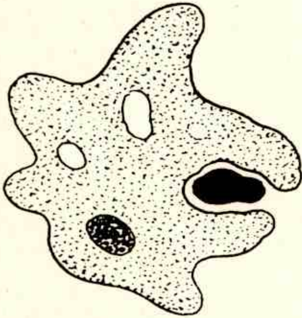
— الإخْراج أو الإبْراز : هو قدرة الخَلاَيا على التخلّص من النفايات. وإذا كانت المادة التي تصنعها وتُنْتِجها الخلية نافعة للجسم،فان الأمر يتعلّق بعملية الافراز، وهي وظيفة من اختصاص الخلايا الغُدَدِيّة.

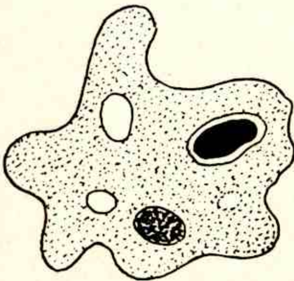
— التَنَفُّس : هو السَيْرورة التي يُمكن الموادّ المُغَذّية التي يمتصُّها الجسم وكذلك الأوكسجين من العَمَل فيما بَيْنَها داخل الخلية. وهذه الظاهرة تُؤدّي الى تكون الماء وانْهيدريد الكربون والى صدور الطّاقة.

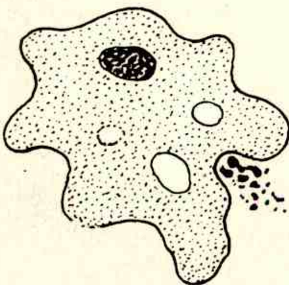
أما فيما يتعلّق بنُمو الخليّة، فهو مَرْهُون بالجِبِلّة (البْرُوتُوبْلازم) الذي يتمكن من زيادة حجْمه. ويتمّ النمو بمُضاعَفَة عِدّة خَلايا وليس الزّيادة في حجمها. أما مُضاعَفَة كتلة الجبِلّة داخل الجسم خِلال التطور والنمو فهو راجع إلى تَكَاثر عدد الخلايا. ذلك أنه كلما بلَغَتْ خلية حجْمها الأقصى الذي يُتيح لها القِيام بوظائفها الحيوية،انشطرت إلى خَليتين وليدَتَيْن نتيجة إواليّات مُعَقّدة تُعرفُ عادة بظاهرة التَّوالُد الخلوي.

يمثل الرسم سَيْرورة البَلْعَمَة: فالأمِيبة، وهي حيوان أُحادي الخلية، تقوم بامْتصاص المادة الغذائية (بالأسْود) وتهضمها وتُمَثّلها قبل أن تَلْفظها (الابْراز).









نـــظـــرِيّة التّـــطّوُّر

قد نَتساءلَ هل الكائنات الحية قد كان لها دائماً نفس الشكل الذي هي عليه الآن؟ فالبيئة الأرضية بتَغيُّرها عبر التاريخ قد حدّدت التحولات الضرورية لبقاء المخلوقات وجميع أشكال الحياة. وهذه الأخيرة ما فَتئت تَتطوّر بشكل تدْريجي و بطيء إلى أن أصبحت على ما هي عليْه بأشْكالها المُعقّدة والمُتبَاينة.

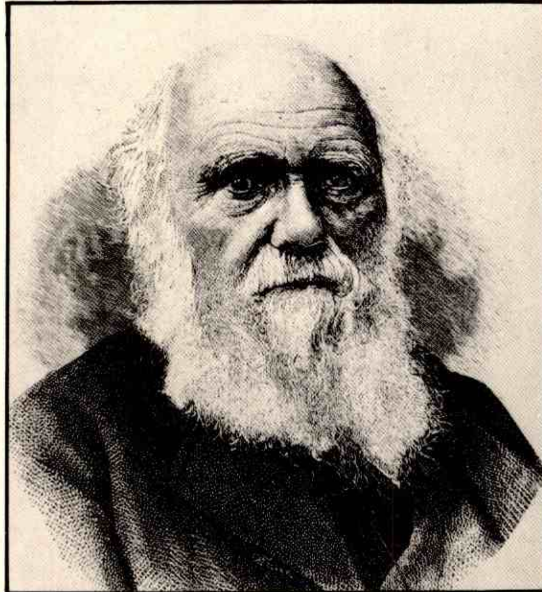
وفي القرن الثامن عشر بدأ التّفكير في المتحجّرات التي عثر عليها ظَنّاً بأنها قد تكون هي بقايا الحيوانات والنباتات التي كانت أجداداً للحيوانات والنباتات الرّاهنة. واكتشاف أحفورات بسيطة على صخور قديمة وأحفورات معقّدة على صخور من عهدٍ حديث بات من الدّلائل الواضحة على أن الحيوانات قد تحوّلت أشكالها مع الزمان تبعاً لسيْرورة التطور.

وكان الفرنسي لاَمَارْكْ LAMARCK أول من تطرق للْمسألة،وحاول إعطاء تفسير مُقْنع لِحَيْتيّاتها، مُنطلقا من مبدأ : كَوْن الأفراد الأكْثر تطوُّراً قد يكونُوا من أفراد غاية في البساطة. وأن الكائنات الحية مَرْهونة بالبيئة التي تعيش فيها و بالغذاء الضّروري لحياتها. كما أكّد على أن تحوّلات هذه الكائنات الحية مُتعَلّقة بتغيُّرات البيئة المُحيطة بها. وأضاف بأن الأعضاء والبْنيات الأكثر نشاطاً واستعمالاً تتطوّر أكثر من الأعضاء الرّاكدة، وذلك بفضل الحيوية الباطنية للأجسام. والأعضاء الأقل استعمالاً ونشاطاً تنتهي إذن الى الضُّمور والتّوقّف عن النمو إلى أن تنقرض نهائياً. ومع مرور القُرون تَتَناقلُ التّغيرات الطّارئة على الصّنف وتَتوارثها الأجيال المُتلاحقة إلى أن يَتشكّل صنف مُخَالف تماماً للصّنف الأصلي.

إزداد عالم الطبيعيات جان باتيست دي موني لامارك ببزنتين في بيكارديا سنة ١٧٤٤، وتوفي بباريس سنة ١٨٢٩. كان يؤكد على أن الطبيعة تخضع لمبدإ حيوي لا يفتأ يتطور.



شارل داروين عالم بالطبيعة إزداد بشريوسبوري سنة ١٨٠٩ وتوفي بدوو ير سنة ١٨٨٢، صاحب نظرية التطور في الاجناس الحيّة.



وجاء فيما بعد عالم آخر وهو شارل داروين DARWIN ليُعيد النظر في مسألة التطور بعد قيامه بالعديد من الملاحظات أثناء رحلاته حول العالم. فقد لاحظ أن الكائنات الحيّة تَتولّد عنْها ذُرّيات كثيرة،وأن عَدَدَ أفراد الصّنف الواحد يبقى قاراً بصفة عامة وفسر داروين هذه الظاهرة بوضْعه لفَرَضِيّة مفادها،أن هناك بين أعضاء الصنف الواحد صراعاً من اجل البقاء، وأن مجموعةً صغيرة من أفراد الصنف،هي التي تُفْلح في الوصول إلى سن البلوغ والرُّشد لتَتَنَاسَل، وتَتَوالد، أما البقية الباقية فهي تموت قبل ذلك. وقد سَمَّى هذه الظاهرة بـ «الاصْطفاء الطّبيعي».

و بالإضافة إلى كلّ هذا أورد داروين مفهوم التّحويلية والتغَيُّرية الفَرْدية، ففي إطار الصّنف ينْعدم التّساوي بين أفراد المجموعة الواحدة إذ يتوفّر كلّ فرد على اختلافات اكتسبها بالصُّدفة، وقد تكون موافقة لِبَقَائه في البيئة التّي يعيش فيها كما يمكن أن تكون ضد ذلك. وفي الحالة الأولى فهو يبْقَى إلى أن يورث خصائصه تلك لذُرّيته. والأفراد الذين يتوفّرون على الخصائص المُلائمة هم المَحْظوظون في الصّراع من أجل الحياة و يتوفّقُون في البقاء والتوالد ونقل خصائصهم إلى ذرّياتهم.

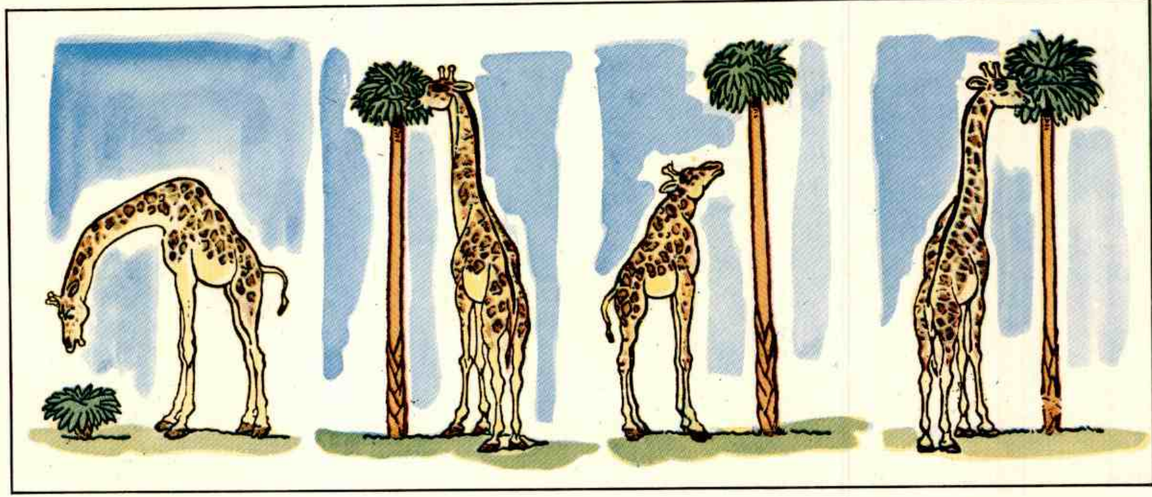
و يقول داروين في هذا الباب :

«إنّه من الأهمية بمكان أن نتمعّن في مجال تنتشر فيه أشكال الحياة، من نبات وطيور وحشرات وديدان ونفكّر بأن كل هذه الأشكال متعلقة بعضها ببعض في حياتها رغم اختلافها وتباين أشكالها وأنماط حياتها وأن نخلص إلى أن كل هذا نتيجة قَوانين تتحكم في كل ما حوْلَنا من

في الرسمين أسفله تركيبٌ مُوَضّح لِنَظَريتي لاَمارك (أ) وداروين (ب) بشأن الزرافات.

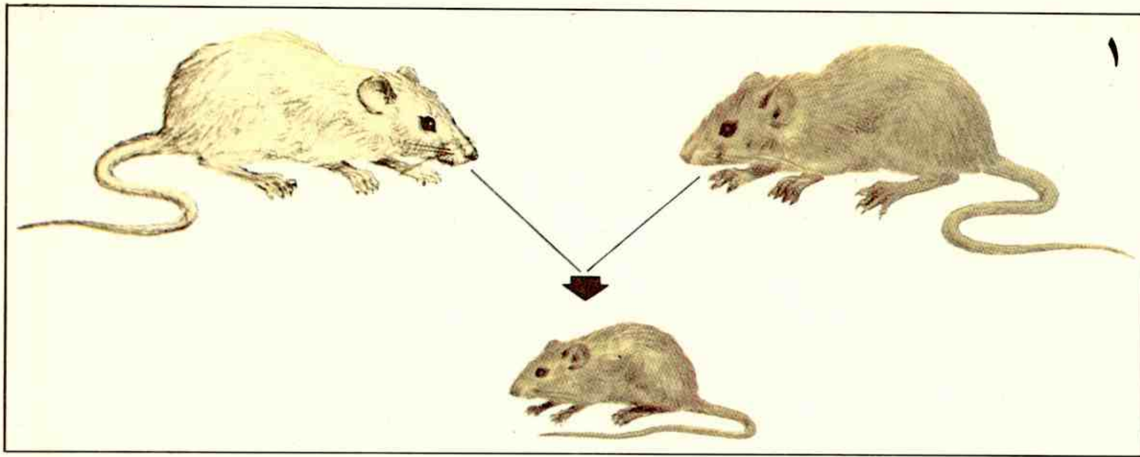
(أ)

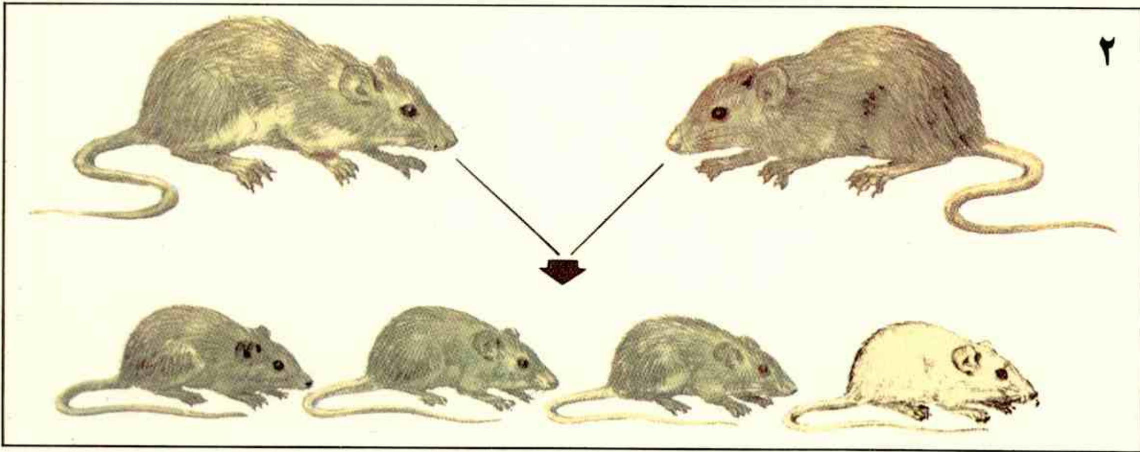
(ب)



الرسم أعلاه يمثّل ثغرات نظرية لاَمَارْك: إذا كانت الزّرافاتُ ذات العُنق الأطْوَل تستطيع أن تصل إلى الأغصان العالية، وهذه الزّرافات لا يُمكنُها أن تتناول النباتات الأقل علوّاً والموْجودة على ارتفاعٍ أدنى من سطح الأرض.

إنّ كلَّ إنسان يحملُ منذُ ولادته مجموعة من الخصائص الوراثية الخاصة بجنسه، ومنها لون الشّعر والعينين والبشرة وطول القامة وشكل الفم والوجْه وغيرها من المميّزات الخِلْقية.





١) رسم تِبياني يُوَضّح قانون مَنْديل الأول.
٢) رسم تِبياني يُوَضّح قانون مَنْدِيل الثاني.

أشياء.

وهذه القوانين بصفة عامة، هي النمو والتوالد والوراثة التي يتضمنها التوالد. ثم التحوُلية عن طريق تأثيرٍ مباشر وغير مُباشر لظروف الحياة أو نتيجة استعمال أو عدمه. ثم معدل تكاثر يتصاعد أحياناً ليصْدُر عنه صِراع من أجل البَقَاء. وبالتالي إقرار الاصطفاء الطّبيعي الذي يؤدي إلى التباين في الخصائص، وانقراض الأشكال الأقل تطوراً. وهكذا فإن الصراع الطبيعي، والجوع والموت، كلها عوامل تؤدي إلى تكوّن وتشكل الحيوانات المتفوّقة وبقائها. وهذا المنظور للحياة، ولمختلف القوى التي تتأصَّل منْها هي من إرادة الخالق سبحانه وتعالى الذي وفّر هذه القوى على شكل واحد أو أشكال قليلة. بينما تستمر الأرض في دَوَرانها وفق قانون الجاذبية الحاسم، تطورت أشكال غريبة وعجيبة وما فتِئَتْ تَتَطوّر إلى ما لا نهاية وذلك إنطلاقا من أساس بسيط جداً.

(داروين: أصل الاجناس ١٨٥٩).

نَظَرِيّة الوِرَاثَة

إن علم الوراثة من فروع علم الأحياء الذي يدْرس أوّلَيات الوراثة. حيث يُجيب بكيفية مقنعة على أسئلة كانت غامضة في العصور السّابقة. كالسَّبب في تشابه الأبناء والآباء، والسر في اختلاف الجنسين. وكيف يُعَلَّل شَعَر الأبناء الأشقر بالنظر إلى شعر آبائهم الدّاكن؟.

وكما سَبَق ذِكره فقد تحدث داروين عن التحولية الفردية دون أن يتمكن آنذاك من إتمام تفسير أسبابها تفسيراً قاطعاً. ولم تتوفر الإجابة على هذه الأسئلة إلا بعد اكتشاف الصّبغيات (الكروموزومات) والجينات حيث أمكن توضيح الاواليات التي تؤدي إلى التّحولية ونَقْلها الوراثي.

وكان أول من اهتم بهذا الموضوع، وأجرى بشأنه عدة تجارب، الراهب الألماني غريغوري ميند G. MENDE (١٨٢١-١٨٨٤). كان شغوفا بعلم النّباتات فلاحظ أن نباتات الجلبان تختلف عن بعضها من حيث مجموعة من الخصائص. فبعضها يعطي حبات خضر والبعض الآخر يعطي حبات صفر، كما أن شكل حبّات البعض خشِنة في حين أن حبات البعض الآخر ملساء وأخيراً هناك نباتات

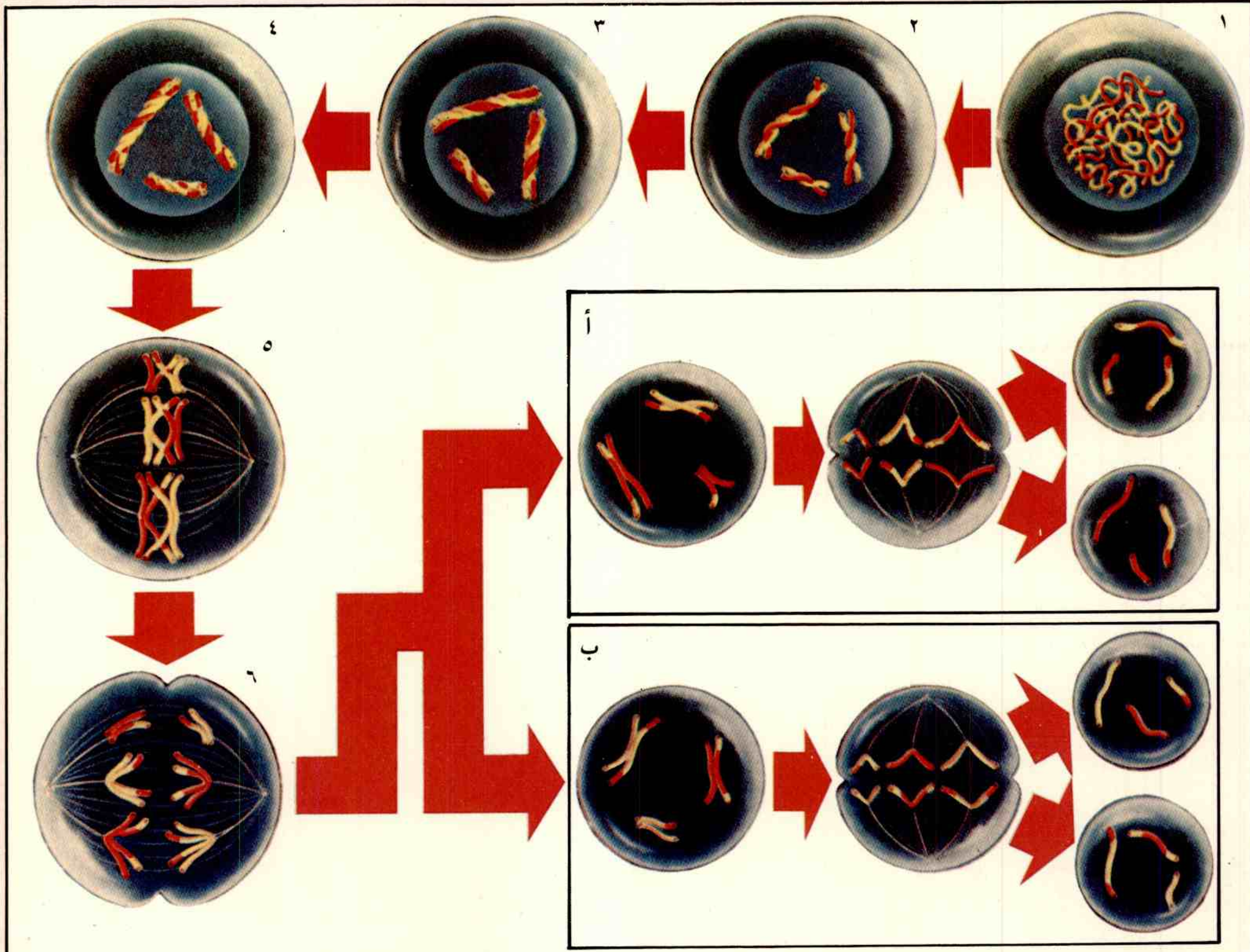
في مرحلة أولى تظهر الصّبغيّات التي لا تنقسم إلى شطرين، بخلاف ما يحدث في حالة الانقسام الفَتيلي (١) وتَتَزاوجُ الصّبغيات عن طريق الانجذاب (٣) ثم تنقسم مُكَونةً سُلَيْكات (٢) تستقر بداية الامر داخل المِغزل (٤) قبل أن تتجه مَثْنى مَثْنى نحو اتجاهيْن مُتعارضتين (٥) آنذاك تتكوّن الغِشاءات فوْراً بفعل سيرورة الانقسام الفَتيلي (٦).

وهكذا تتكون أربع خلايا تتوفر كلٌ منها على عدد صبغيّات مُعادل لِنصف عدد صبغيات الخلية الأصلية (ط.ي).

الانقســـام الإختـــزالي :

ان الانقسام الاختزالي هو انقسامٌ يحصل في الخلايا المُوَلّدة للخلايا التناسلية حيث تتكوّن الامشاج (الكميتات) وفيها نصفُ العدد الاصلي من صبغيّات (كروسومات) النوع.

وعندما تنضج الخلايا الانتاشية تنقسم الصّبغيّات الى مجموعتين من الخلايا التي لا تحتوي سوى على نصف عدد الصّبغيات الموجودة في الخَليّة - الأمّ. و ينتُج عن اتحاد النواة الذَّكر والنواة الأُنثى خليّة بعدد عَادي من الصّبغيّات.



طويلة وأخرى قصيرة. فتساءل آنذاك عن مصير النباتات لو تم التزواج بين الأصناف المختلفة عن بعضها. فبدأ في إزواج نباتات لا تختلف إلا في خاصية واحدة، كالنباتات العالية مع النباتات القصيرة ثم النباتات ذات الحبات الخشنة مع النباتات ذات الحبات الملساء. ولدى تلقيح النباتات ذات الحبات الصفراء مع غيرها،تبين له أن النتيجة تعطي نباتا يطغى على حبات اللّون الأصفر أكثر من اللون الأخضر. فاستخلص من ذلك أن هناك لوناً غالباً هو الأصفر ولوناً مغلوبا ومتنحّياً هو الأخضر. ولكي يتحقق من زوال اللون الأخضر وبقائه في الباطن قام بزرع حبات الجيل الأول وحصل على نتيجة فريدة من نوعها وهي أن النباتات الوليدة التي انقرضت قد ظهرت ثانية في الجيل الثاني. ولإثبات تلك النتائج الأولية،قام منديل بإجراء عدة تجارب تزاوجية أخرى على مختلف النباتات التي لاتختلف فيما بينها إلا في خاصية واحدة فتكرر حدوث نفس النتيجة المحصّل عليها في التجربة الأولية وبكيفية منتظمة:

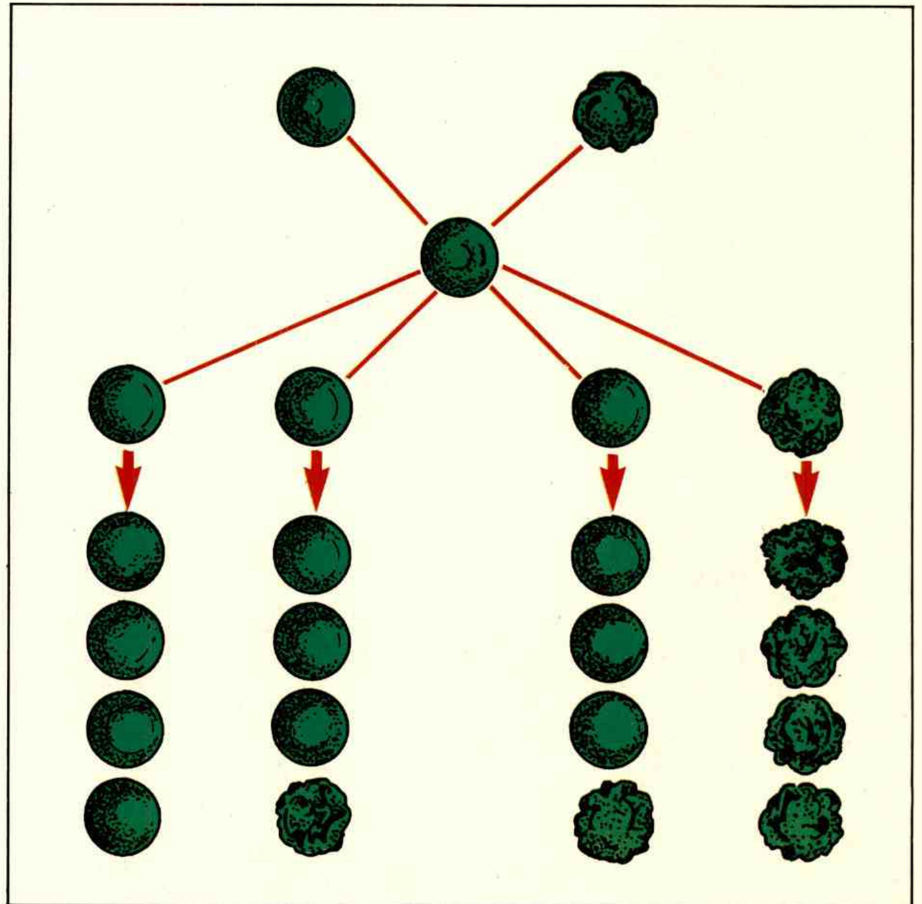
١ — في الجيل الأول تتغلّب إحدى الخصائص على الأخرى.

٢ — في الجيل الثاني تظهر الخاصية المغْلوبة والمتنَحّية مرة ثانية، وذلك بحاصل من ٣ إلى ١. ورغم جهل منديل بظاهرة الجِينات والصبغيات، فقد أثبت أن وراثة بعض الخصائص راجع إلى عوامل موجودة في الخلايا الجنسية التي تبقى منها خلية غالبة وأخرى متنَحية مغْلوبة.

٣ — أما لدى الجيل الثالث الذي نشأ عن التّلقيح الذاتي فقد تغيّرت الأمور بكيفية أخرى ذلك أن الجلبان الأخضر استمر في توْليد جلبان أخضر بينما جلبانان أصفران يولدان اللونين معاً بكيفية متساوية في حين أن ثالث جلبان أصفر لم يكف عن إعطاء حبات صفراء لاغير.

وفسر منديل ذلك بكوْن حبات الجلبان الصفر ليست متماثلة فمنها حبات صفراء حقيقية أما الأخريات فهي صفراء مزيفة وتنحدر من الْحَبّات الصفر والحبات الخضر معا. وهكذا وضع منديل قاعدة رَمّز فيها بحرف «A» للخاصية الغالبة وبحرف «a» للخاصيّة المغلوبة، وتمكن من الحصول على توْفيقات وتركيبات مختلفة: فمثلا AA تساوي حبة صفراء عريقة و aa حبّة خضراء عريقة وسماها بالحبات الجنسية لأنها مشكّلة من أزواج متساوية. أما تركيبة aA مثلا فتعطي حبة هجينة أو مختلفة الاقتران.

وقام منديل بعد ذلك بإوزاج نباتات تختلف في خاصيّتين كالنّباتات ذات حبّات صفْراء وملْساء كخصائص غالبة، مع نباتات ذات حبات خضراء وخشنة كخصائص متنحية. فعند الجيل الأول لم يُعط التزواج إلاّ نباتات ذات حبات صفر وملساء بينما كان الحاصل لدى الجيلِ الثاني أربع تَوْفيقات وهي: ٩ صفر ملساء و٣ صفر خشنة و٣ خضر ملساء وواحدة خضراء خشنة مع حاصل من ٩ إلى ٣ ومن ٣ إلى ١. وكانت الخلاصة التي توصل إليها منديل أن تزواج الخصائص كان مستقلاً وأنه مرهون بالصُّدفة، أي أن الرصيد الوراثي يتكون من وحدات مستقلة تُركّب عند كل جيل حسب احتمالاتٍ متنوعة تتولّد عنها توافقات عديدة.



الصِّبغيّات والجِينات وحامِض د.ن.أ

لقد بَقِيَتْ اكتشافات منديل مجهولة لسنوات عديدة إلى غاية بداية القرن الحالي، حيث اهتم العلماء من جديد بالاواليّات التي تُحدّد العناصر الوراثيّة.

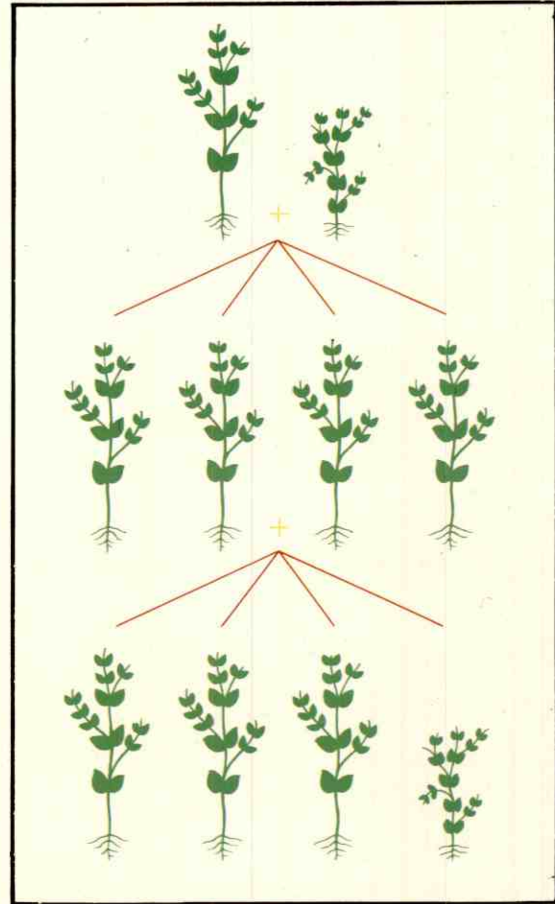
والاوالية التي تضْبط كل أنْشطة الخَلية كامِنة في نَوَاتِها. وبعبارة أدقّ، في الصّبغيات التي هي العناصر المُكونة لهذه النّواة نفسها. وهذه الصّبغيات هي التي

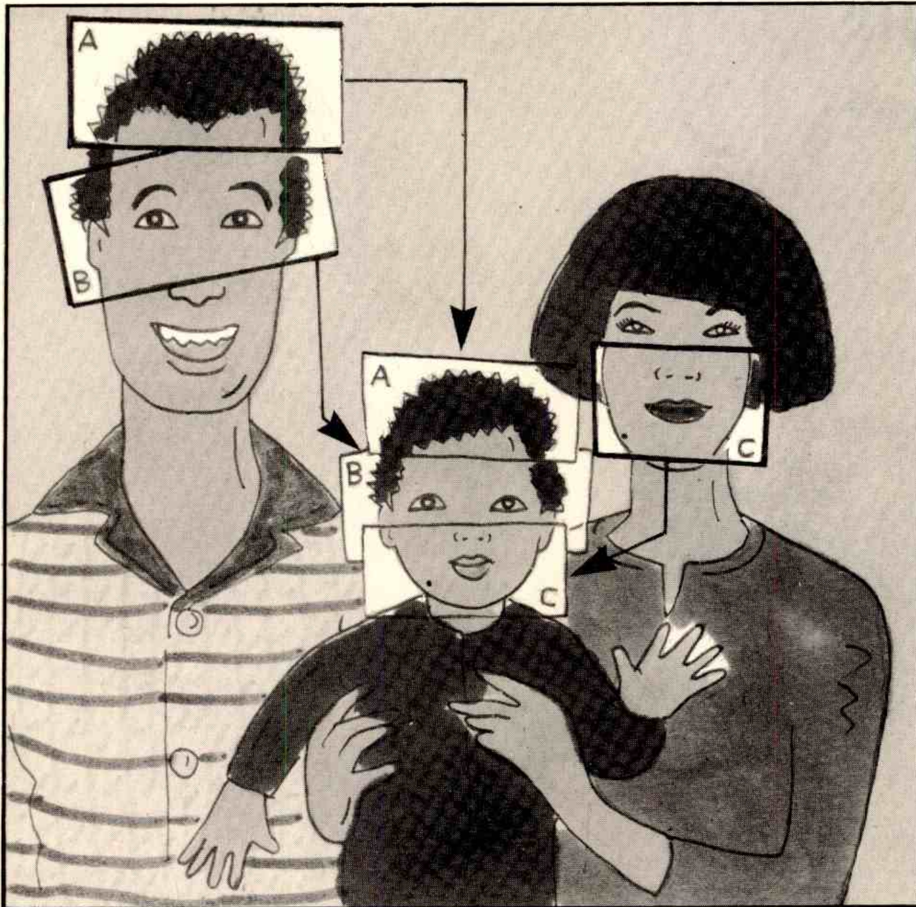
تتضمن الرّصيد الوراثي للخلية ذاتها.

و يتوفر كلُّ جِنسٍ على عدد من الصّبغيات وهو عدد ثنائي يتواجد في كل خلية. و يتوفّر البَشَرُ على ٤٦ صِبغيّة منَضّدة على شكل ٢٣ زوجاً.

وعندما تنقسم الخلية بكيفية خَيْطيّة غير مباشِرة تنشطر الصّبغيات إلى جزئين مائلة نحو قُطبي الخلية المتقابليْن إلى أن تَؤلف مَجْمُوعتين من صبغيات مُمَاثِلة لها.و بالتالي خِليّتَيْن بنفس عدد الصّبغيّات المتوفرة في الخلية الأم. وفي عملية التوالد الجنسي يتم اتحاد الخلية الذُّكورية او الحُوَيْن المَنَويّ بالخلية الأُنْثوية او البُيَيْضة. وعندما تكون هاتان الخليتان بنفس عدد الصّبغيات تتولد عنها كائنات تتوفّر على ضعْف عدد صبغيات أبناء فَصِيلَها. غير أنه قد تُصاب الخلايا الأنْتاشية الناضجة بتقلُّصٍ يصل إلى نسبة ٥٠٪ من عدد صبغياتها بفضل ظاهرة تُعرف بالتنصُّف. والخلايا الناتجة عن هذا الانقسام،تتوفر على نو يات لا تحتوي إلا على نصف عدد الصّبغيات الموجودة لدى الخلية الأم. و يتولد عن اتخاذ النواة الذُّكورية والنّواة الأنوثية أثناء اللّقاح، خلية بعدد الصّبغياتِ العادي. ومن هذا الالتقاء يولد كائن يتوفّر على الرّصيد الصّبغي الموروث من الأب والأم معا، ويحمل كذلك خصائصَهُما وطبائعَهما. وامكانيات التّركيب بين هذه الخصائص،غير محدودة ولذلك فإن كل فردٍ لا يَتماثَلُ بكيفية قاطعة إلا مع ذَاته.

وخاصّيات الصّبغيات لم تتّضح بكيفية علمية إلا بعد أبحاث طوماس هُونْتْ مُورْغان T.H. MORGAN وخاصّة بعد دراسة أجراها حول حشرة صغيرة تعرف بذُبَابة الفواكه والتي لا تتوفّر إلاّ على أربعة أزواج من الصّبغيات. فقد لاحظ أن ثلاثة أزواج تتساوى لدى الذّكور ولدى الاناث بينما الزوج الرابع يظهر ببعض الاختلافات لدى كلٍ من الجنسين: فَلَدى الإناث تتساوى صبغيّتا الزّوج أما عند الذّكور فصِبْغِي واحد يُشبه الصّبغيّيْن المكونين لزوْج الأنثى، بينما الصّبغيّ الآخر مُختلف عنهُما تماماً. وقد رمّز بحرفيْ «س . س» الى صبغيات الأنثى.و بحرفيْ «س . ي» الي صبغيات الذكر. وعند تناسل الحشرتَيْن لاحظ مورغان أنه إذا تم التّركيب بين صِبْغيّة «س» الذّكريّة و بين صبغية «س» الأنوثية فإن الذّباب الذي يولد عن التناسل يتكون من الإناث، أما إذا كانت صبغيّات «ي» الذّكريّة هي المُرَكّبة مع صِبغية الأنثى فإن الحاصل سيكون ذباباً من الجنس المُذَكّر. وهكذا سمّى هذه





الصبغيات بالصبغيات الجِنسية على اعتبار أنها تحدد جنس الفرد وسمي الصبغيات الأخرى بالصبغيات اللاجِنْسية.

وانطلاقا من هذه التجربة،تم التحقُّق من إواليِة الصّبغيات والجينات إلا أن بِنْيَتَها بَقِيتْ غامِضة. وكانت سنة ١٩٤٤ تاريخاً هاماً في ميدان علم الأحياء (البيولوجيا) حيث قامت مجموعة من العلماء بإثبات توفُّر الصّبغيات الحاملة للخصائص الوِراثية، أو الجنيات، على حامض الديكْسيتيبونوكْليبك المعروف بـ «د.ن.أ» (D.N.A). وتتكون ذَرّة د.ن.أ. من سِلسلة طويلة من ذرّات أدقّ تُعْرَف بالنُّويات وهذه النويات مكونة من ذَرّة السّكّر وذرة الفُوسفاط وأربع عناصر نيتْروجِينية وهي الأدينين والتّيمين والسِّيتُوزين والغُوانين. والنّويات منضدة بكيفية تجعلها تشكل بنيةً تشبه سُلَّماً حَلَزُونيا تتكون دَرَابزينه من ذَرّات السُّكر والحامض الفوسفوري التي تتلاحق متعاقبة بانتظام بيْنما تتكون دَرَجاتُه من الموادّ الأساسية الأربعة المنضدّة على الجانبين والمجتمعة بِروابط الهيدروجين. وكلُّ درجةٍ حاملة لمعلومة جينية تتكون من اتحاد عُنصرين أساسين وفق ترتيب قارّ لتوافقهما: فالأدونين تتّحد دائماً مع التّيمين والغُوامين مع السّيتُوزين.

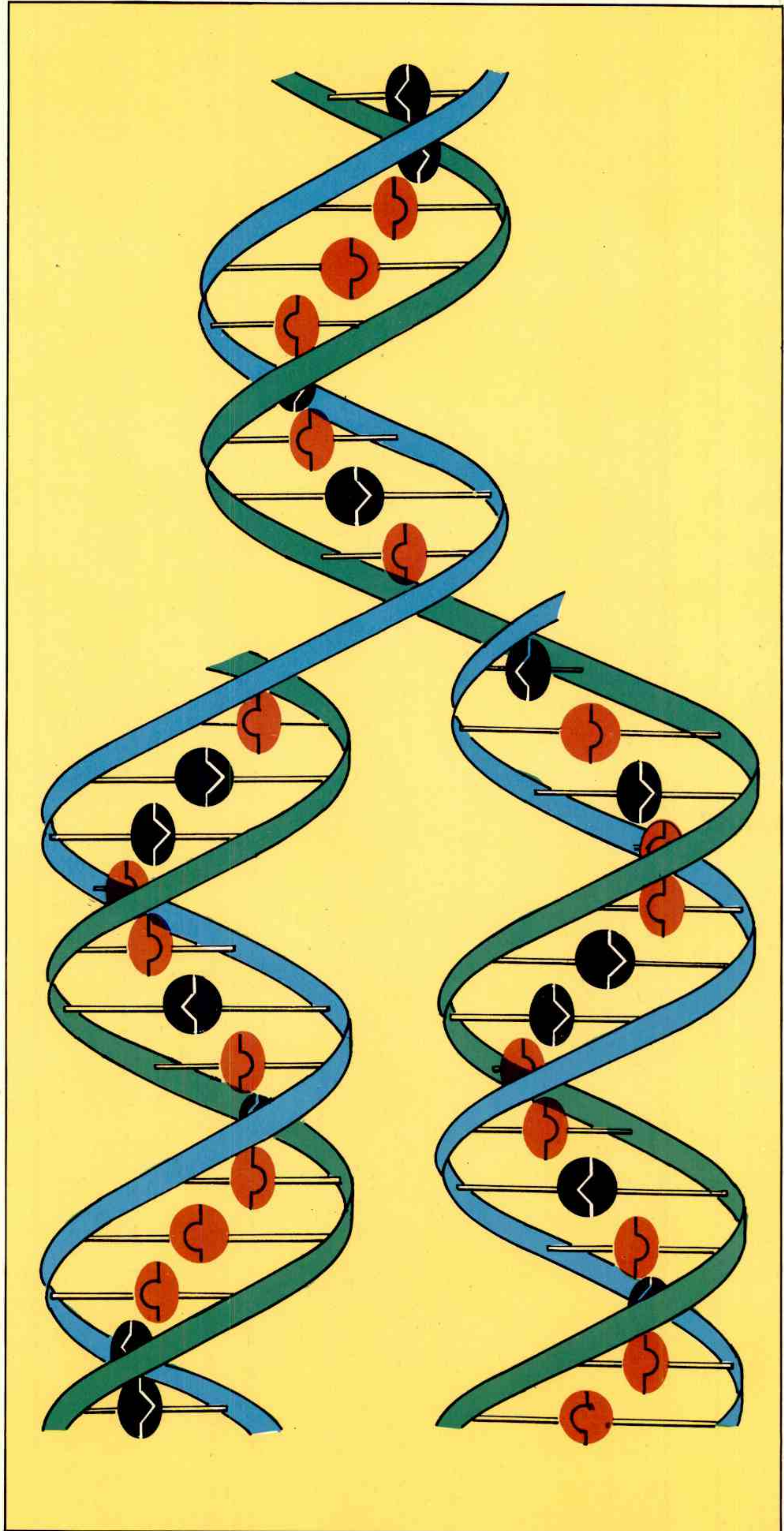
وهكذا حين يُعْرف ترتيب العناصر الأساسية المنضدّة في أحد الجانبين يُمْكن إقامة المُتتالية الموجودة في الجانب الآخر.

وتختلف أصناف د.ن.أ باخْتلاف الكائنات الحيّة. و يرجع ذلك الى أنه مهما تقلص عدد الدّرجات الي صنفين مثلاً، فهي قابلة لكي تُتَضَّد حسب اي ترتيب كان.

وعندما تنْشطر خليّة إلى جُزءين فان سُلَّم د.ن.أ بدوره ينْقسم إلى شطريْن على طول محوره المَرْكزيّ (تماما كما نشاهد لدى سحَّاب ينْفتح). وكل من الشطرين يكون سلسلة جديدة مماثلة لتلك السلسلة التي انفصل عنها. ولكن يتم كل شيء وفق رمز د.ن.أ، يتدَخّل حامض نوويّ يعرف بـ «ر.ن.أ» (R.N.A) يختلف شيئا ما في تركيبه عن د.ن.أ.

ووظيفة ر.ن.أ هي «تسجيل» رمز د.ن.أ الجيني، وبعد مروره الى الهيولي حيث يتصل بالمواد الأساسية الضرورية لتركيب بروتينات جديدة فتَنْتَقُل إليها الخصائص الجينيّة وفق التّرتيب المُقدَّر من قِبل د.ن.أ.

وينتُج عن التغيُّرات التي تلحق بالرمز الجيني تغيُّرات في خصائص الجسم .



الحياة في المَاضى البَعِيد



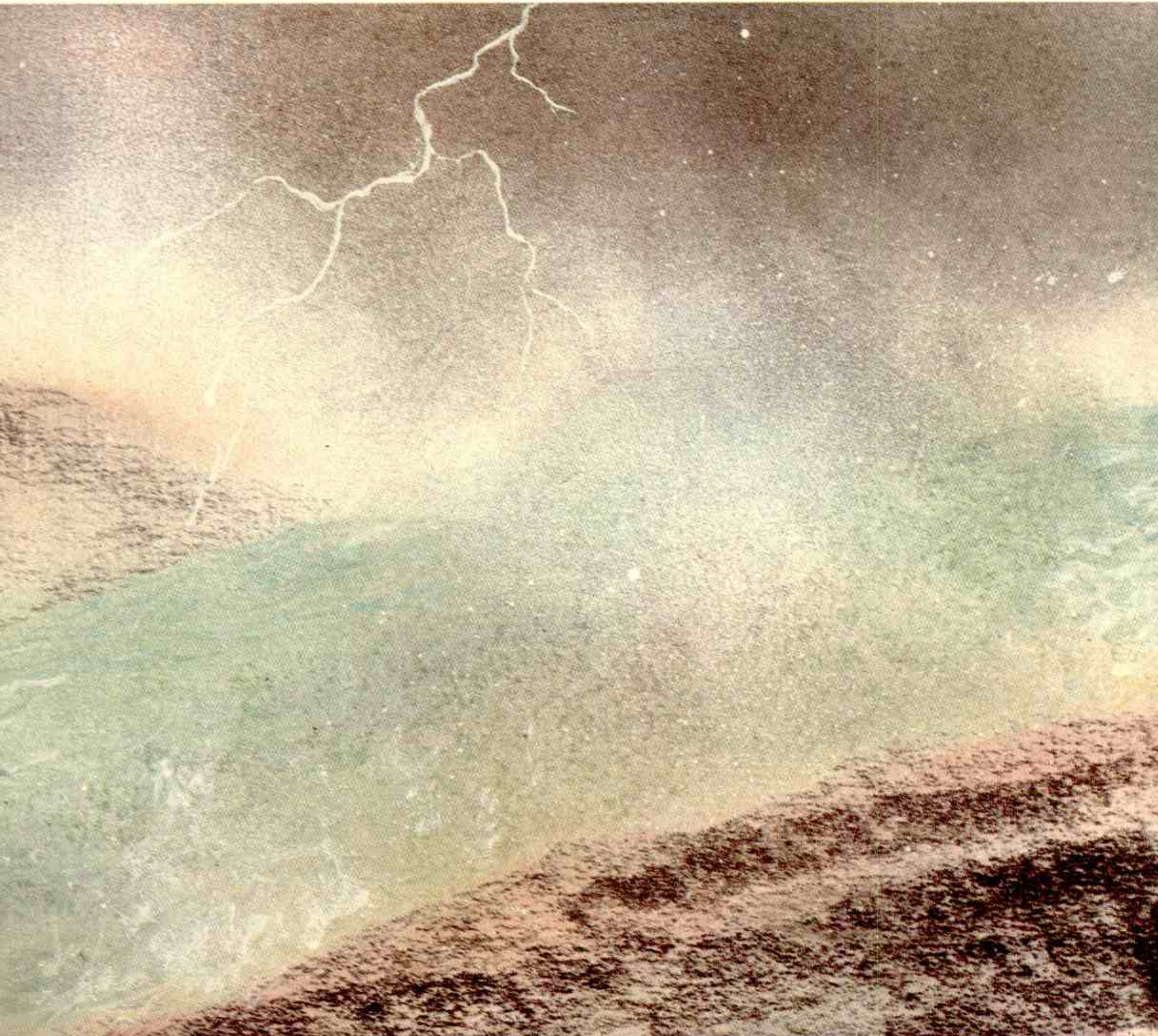
الحياة في المَاضى البَعِيد

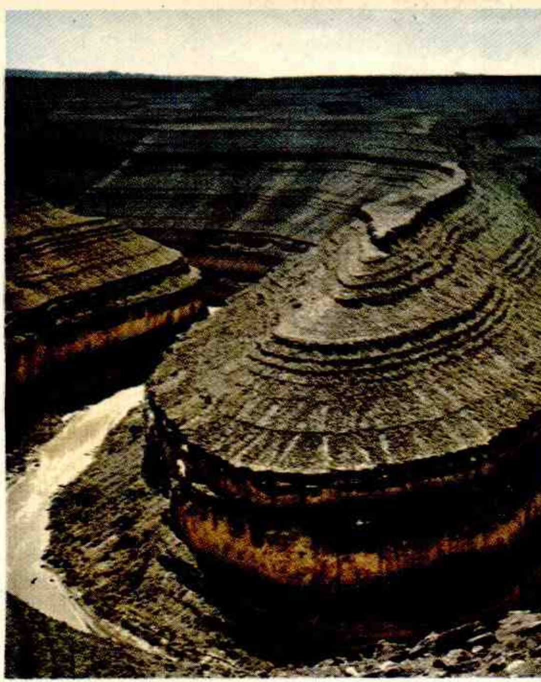
لقدْ بَدَأ تارِيخ الكائنات الحيَّة على وجه البسِيطة منْذُ حوالي ثلاثة ملايين سنَة،أي في الوقت الذي توفَّرت فيه الظروف اللاّزمة لتحَقيق ظاهرة الحياة المُعقَّدة التي كان أساسُها عُنْصر الماء.

في البداية ،كانت القشرة الأرضية غير مستقرة وكانت مضْطَربةً باستمرار بفعْل ثوران البراكين التي كانتْ تنْبعثُ منها كمّيات هائلة من الغازات،والبخار. وهذه العناصر،هي التي تشكل منها الجوّ الأصلي المُحيط بالأرض،والذي يختلفُ عن الجو لعدم احتوائه على الأوكسيجين آنذاك.

و يسود الاعتقاد اليوم أن الجوّ الأصلي كان يحتوي على بخار الماء وعلى الهيدورجين ،وأنْهيدريد الكَرْبون والأمونْياك،والميتان. وكلُّها عناصر كِيماويّة تأصّلتْ منها المادّة الحَيَّة المُكَوّنة من الأوكسيجين والهيدورجين والكربون والأزوت.

صورة مُهْولة لما قد تكون عليه الأرض إبّان نشأتها.





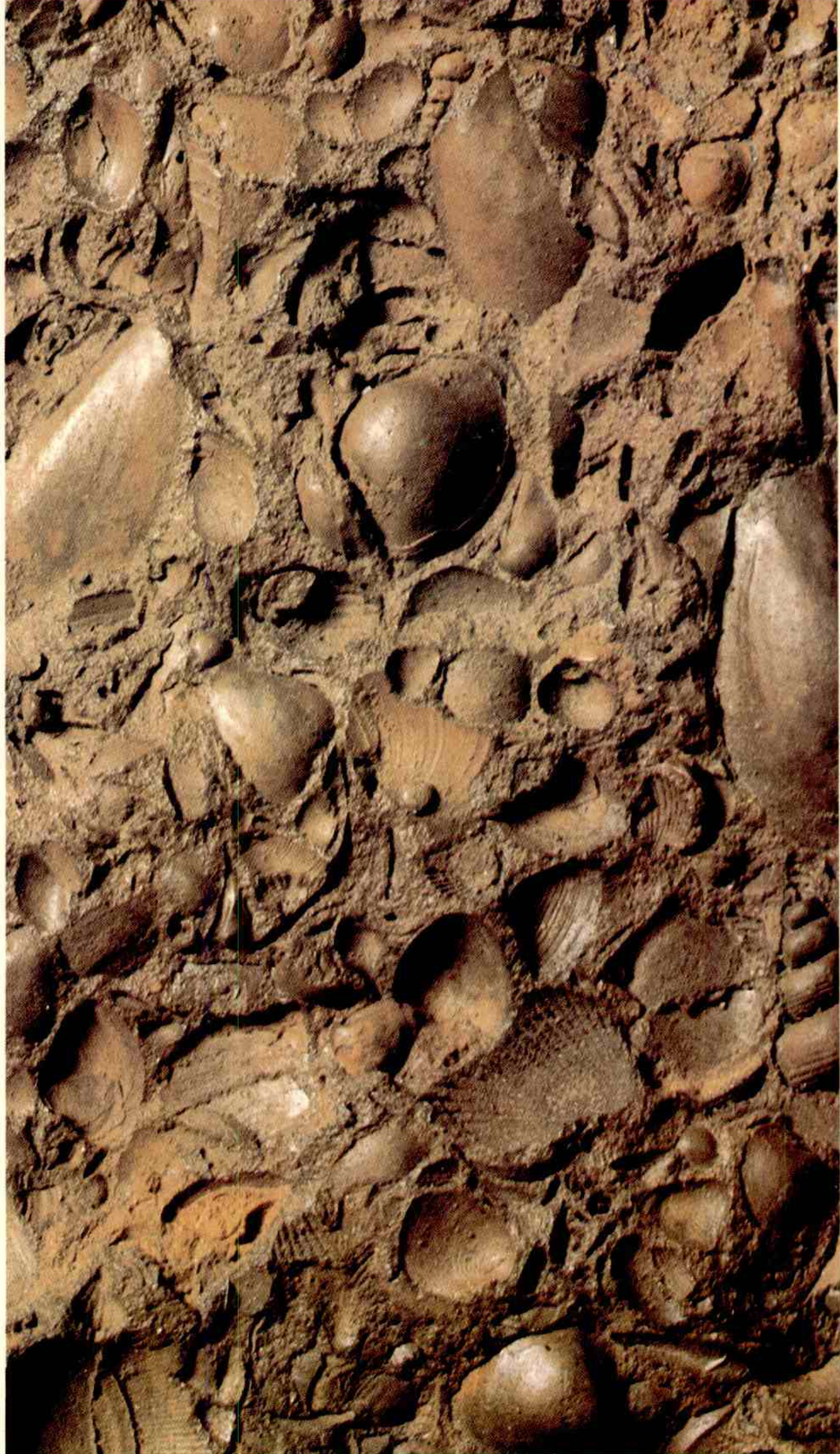
صخور رُسوبية تظهر طبقاتٍ مُنضّدة بالإمكان العثور ضِمنها على بعضِ المُتحجّرات.

ومع تَبْريد هذه البيئة الأوَّليّة بكيْفيّة تدْريجية بدأت الأمطار في التّهاطل، ولكنّها سرعان ما تَتَبخّرُ فَوْر وقوعها على سطْح الأرض بِسَبَب ارتفاع حرارة هذا الكوكب. وعندما انْخَفَضَتْ دَرَجَة الحرارة هناك تمكّن الماءِ من البقاء في الأرض على حالته السّائلة غامراً بذلك المُنحدرات الشّاسِعة المَوْجودة على السطح مما أعطى ما يعْرف بالمحيطات والبحار. وهكذا أُحيطت الأرض بمساحات هائلةٍ تغْمرها المياه المتبخّرة باستمرار. وَ بتَصَاعُد بُخار الماء في الأَجواء يَبْرد و يتَكَتّل على شكل سُحُب ثم يسقُط بعدَ ذلك على شكل أمطار ليتبَخّر من جديد.

وحسب نظرية شائعةٍ في وقتنا الرّاهن تدعَمُها تجارب أُجْريتْ بأمريكا، فقدْ كانت المركّبات تَنْشطر بفعل أشعة الشّمس فَوْق البَنَفْسجية الى عناصر بسيطة من جهة، و بفعْل الشُّحنات الكَهْربائيّة الصّادرة عن الأعاصير التي كانت تَتَعرض لها الأرض من جِهةٍ ثانية.

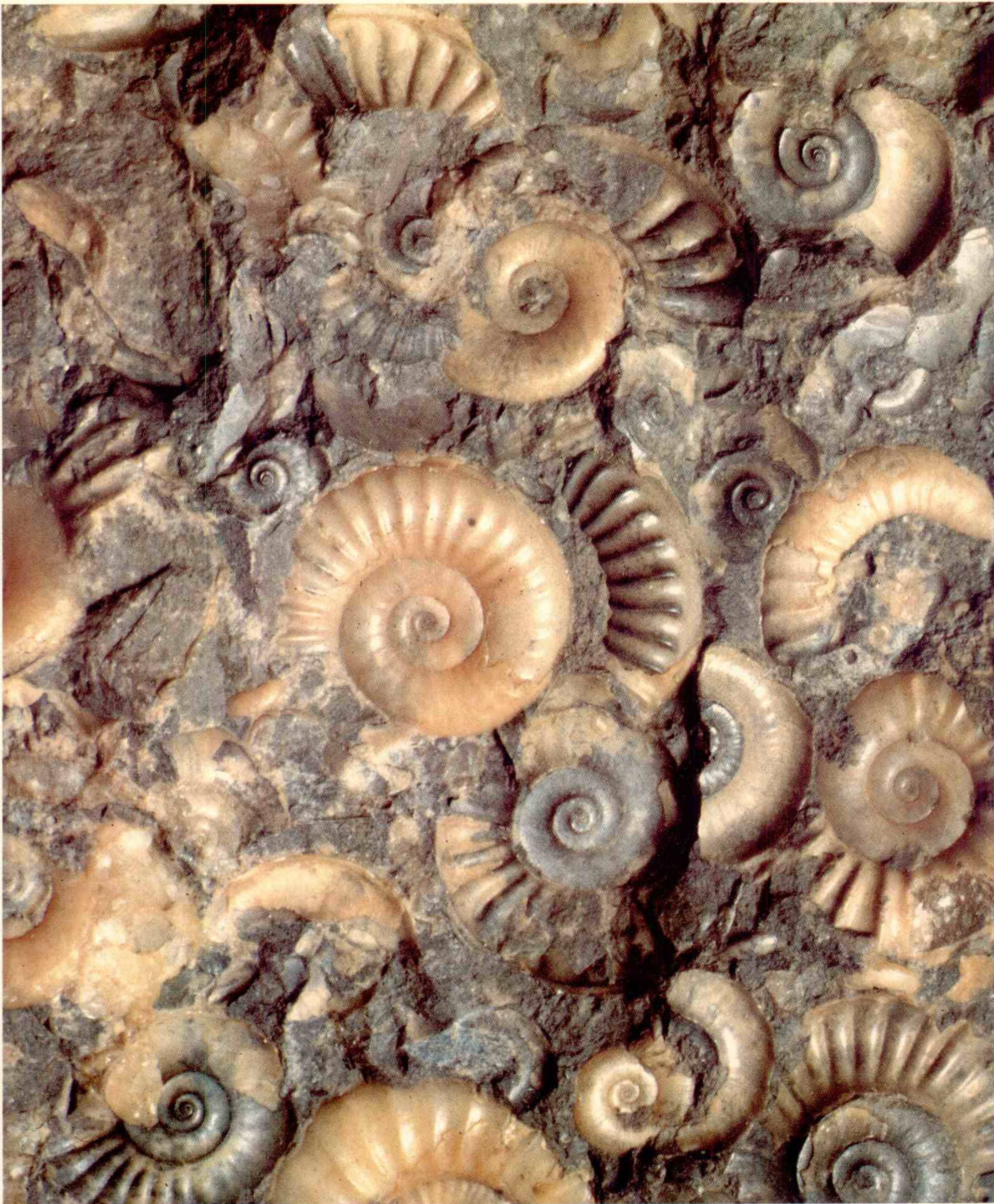
و بتَسَاقُطها في ميّاه البحار، تجمّعت ذرّاتُ الكربون والأكسيجين والأزوت والهيدورجين لتكون أولى النُّوَيّات العضوية المعروفة بالحامض الاميني التي هو أصل الحياة. وقد تجمّعت عناصر الحامض الاميني بعد ذلك لتتكوّن منها

نو يّات عضْو ية اكثر تعقيداً. و يرجح أن هذه الأخيرة هي التي أعطتْ بِدَوْرها ميلاداً لأشكال الحياة الأو لية على مستواها البدائي، وكانت الكائنات الحيّة الأوّلية مكوّنَةً من مواد هِيولينَاتِية توجد بالماء، وكانت تتغذّى أوّل الأمر



بفضل سيْرورات كيمائيّة، ثم بعد ذلك بفضْل تغيُّرات البيئة المحيطية الى أن تعلّمتْ كيفية استعمال ضوء الشمس للتوصُّل إلى صنْع مواد غذائية نافعة انطلاقا من الماء وأنهيدريد الكر بون الموجوديْن في البيئة المحيطة بها، وتعرف هذه الظاهرة بسيْرورة التّخْليق الضوئي. وهكذا أصبحت هذه العناصر ذَاتيّة التغذية جاعلة المحيط الجوي يغْتني بالأكسيجين. وفي هذه المرحلة بدون شك بدأت تظهر المعالم الاساسية لِبنيات الكائنات الحية. فكانت هناك من جهة، اجسام ذاتيّة التغذية كالنّباتات ومن جهة أخرى أجسام محرومة من هذه القدرة ولكنّها قادرة على التغذّي من الأجسام الأوْلى، وهذا الصنف الثاني يشمل الحيوانات المُخْتلفة.

وكل ما توصّلنا إليه من معلومات حول تاريخ الأ رض ندين به إلى الأحفورات والمُتَحجّرات، وهي بقايا وآثار الحيوانات والنباتات التي عاشت قديما وانقرضتْ قبل ظهور الانسان علي الارض. وتعتبر الأحفورات والمتحجّرات من الوثائق الثمينة، التي تتضمّنُها الصّخور. فالطبقات الصخرية، من هذا المنظور، عبارة عن صفحات كتب تاريخيّة. بعضها ناصِع لا يعطي أية معلومات حيث لا تتضمّن أي أحفور، و بعضها الآخر يوفر كمية هائلة من المُعطيات والمعْلومات الثمينة عن حيوانات ونباتات عصور ما قبل التّاريخ. و بفَضْل الدّراسات المُقارنة الجادّة المجْرَاة على المُتحَجِرات التي عُثر عليها ضمن مُختلف طبقات الأرض، تمكن العلماء و بكيفيّة مُتَكَاملة، من إعادة بناء وانشاء تاريخ طو يل للكائنات الحيّة، منذ خلْقها إلى غاية العصر الرّاهن. وقد مكّنت التجارب المتعددة، التى أُجريتْ حول توزيع المتحجرات، من معرفة مدى الانتشار الواسع لبعض الأجسام خلال عصر معيَّن ثم انقراضها في فترة معيَّنة. ولا توجد بقايا هذه الأجسام، إلا في بعض الطّبقات الصخرية. وتعتبر بمثابة أحفورات نموذجية. وكل الطّبقات التي تحتوي على نفس الأحفورات النموذجية تُعد طبقات من نفس العصر. ويندر أن يعثر على أحفورات لحيوانات ونباتات متكاملة. فلا يعثر في غالب الأحيان، إلا على أجزاء الأجسام الأكثر صلابة، ومقاومة للتلف، كالعظام والأسنان وقشور خليّوز النباتات. لأن الأجزاء الرخوة قد تآكلت وأتلفت مع مرور الزمن. وأغلب الحيوانات والنّباتات لم يُعثر لها على أثر. وهي على شكل أحفور لأنها بعد موتها تعرّضت لافتراس حيوانات أخرى، أو أصاب عظامهم الاهتراء والتلاشي.



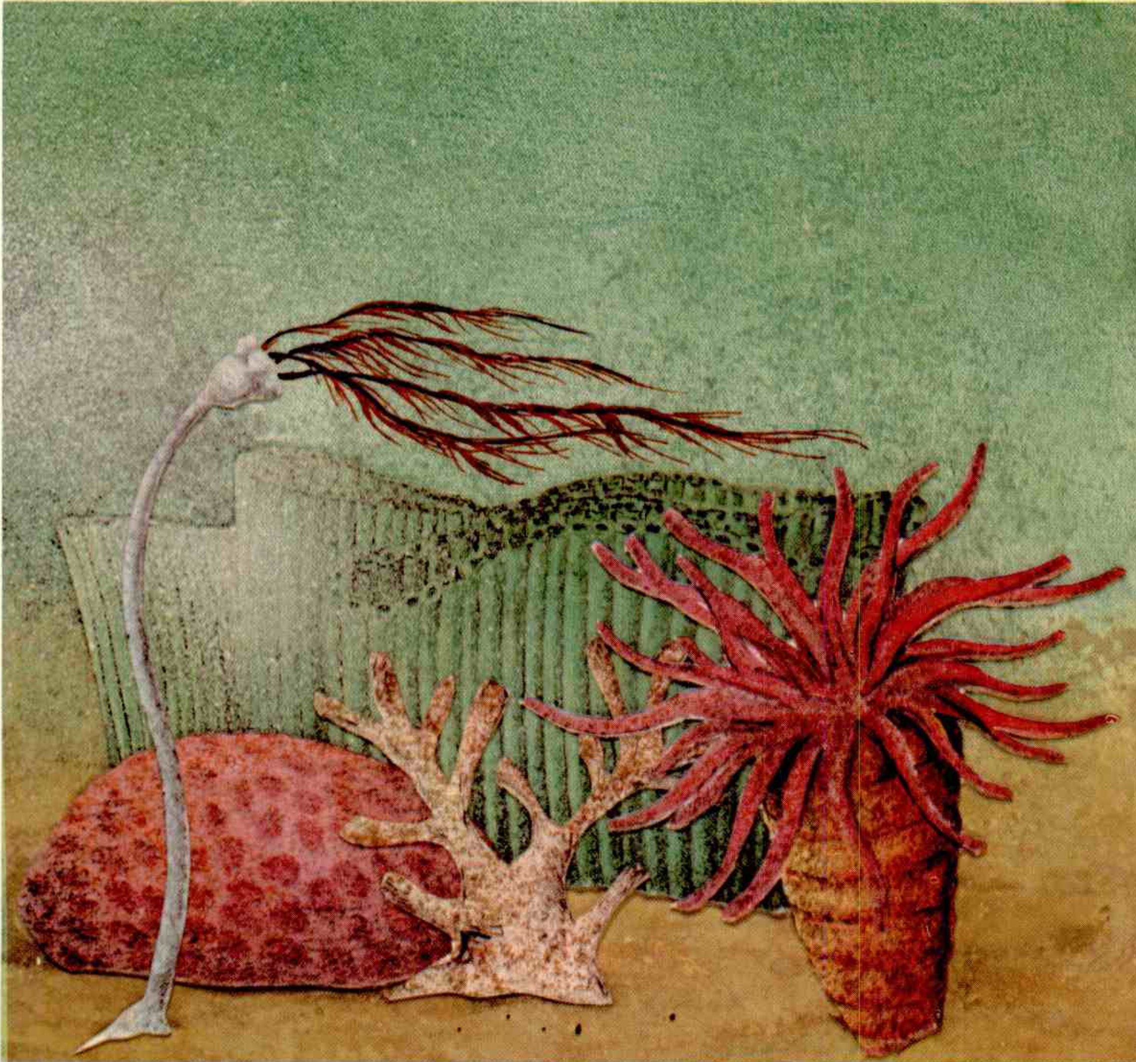
العهـــد القَــديم : ظهور أُولى الكائنات الحَيَّة.

يُعتبر العهد القديم عهدَ الحياة البِدائية القديمة جداً. وهو أقدم العهود المعْروفة. دام أربع ملايين سنة أي منذ ميلاد الأرض ما قبل ٥٥٠ مليون سنة. وتميَّز هذا العهد بنشاط بركاني هامّ و بظهور سلاسل جبليّة انقرضتْ كلّها تقريباً في عصرنا الحالي. و يوجد منها في كَنَدا صخور يُعْتَقَد أنها من ذلك العهد وأن عمرها يتجاوز ملياري سنة.

وظهرت أولى مظاهر الحياة في أواسط البحار على شكل نو يات قابلة للتوالُد. غير أنه يستحيل تحديد تاريخ هذه الكائنات الحيّة بصفة قَطْعية. والمُتحَجّرات، التي ترجع إلى العهد القديم جداً. ولا تتعدى بعض الحيوانات وبعض النباتات ذات بِنيَةٍ بسيطة تشبه البكتيريا أو الطّحالب الزّرقاء. ويُرَجّح أن تكون حيوانات ونباتات أخرى قد عاشتْ خِلال تلك الحِقْبة لكنّها لم تكن لِتَتوفَر على قَوْقَعات أو هياكل عَظْمية تجعلها محفوظة على شكل مُتحجّرات ولهذا لم يبق منها أيُّ أثر. وعلاوةً على ذلك فإن التحوُلات العميقة التي شهدَتْها الصخور قد مَحَتْ إلى الأبد كلَّ بقايا الأجسام العُضْوية.

العهـــد الابتدائي الباليُوزوي : بداية الحياة على الأرض.

بدأ العهد الابتدائي المعروف،بعهد الحياة القديمة قبل حوالي ٥٧٠ مليون سنة وانتهى قبل ٣٢٠ مليون سنة من الآن. وقد شهدت هذه الحقبة الزّمانية الطويلة عدّة تغيُّرات جيولوجية وجغرافية ذات أهمية كبرى حَوَّلت شكل الأرض مرَّات عديدة. وكان لها تأثير بالغ على تنْمية وتطوُّر الأجسام الحيّة. وقد ساعدت الاحفورات المتعدّدة التي تم اكتشافها بالإضافة إلى دراسة الطّبقات الصّخرية.من إعادة

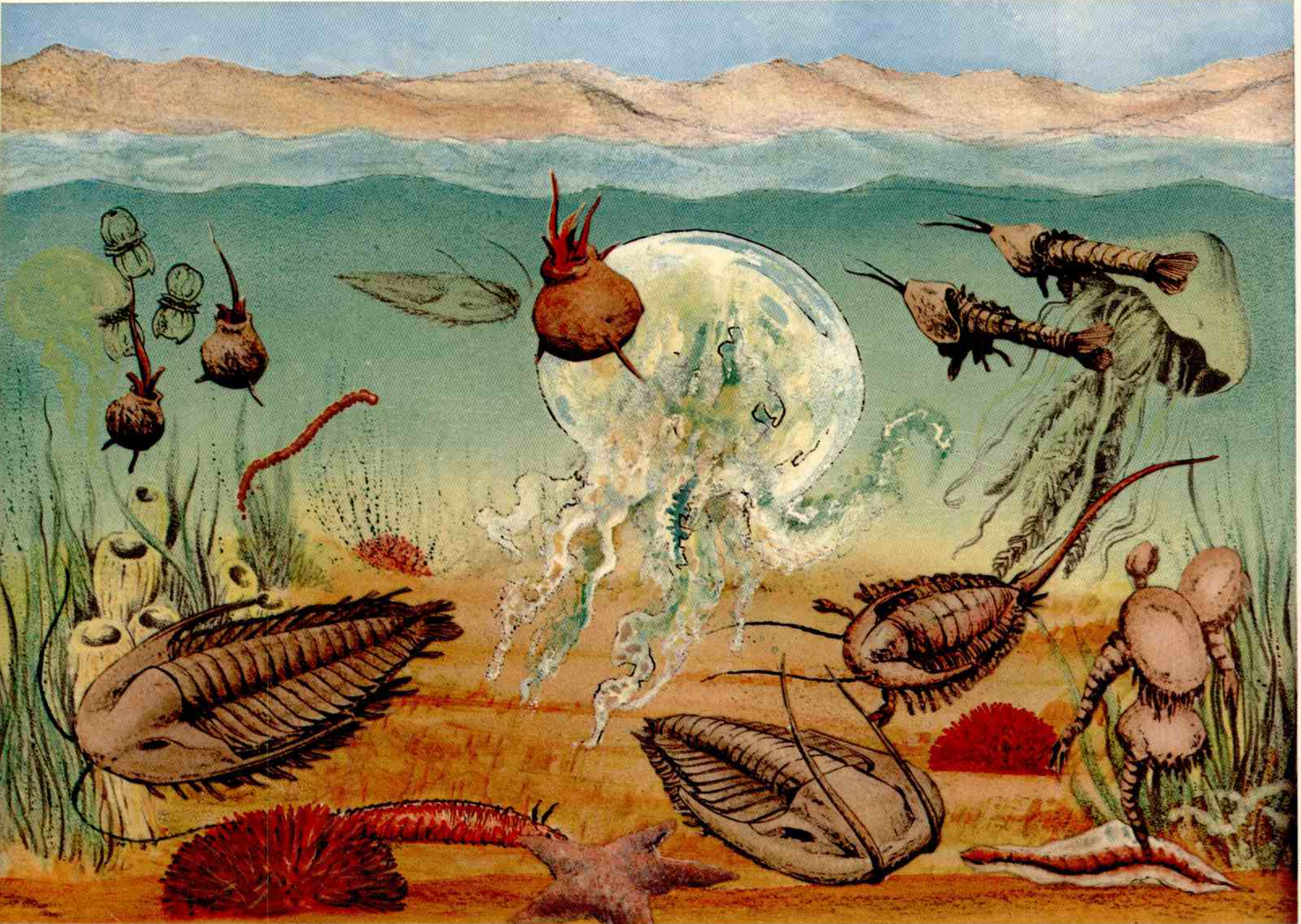


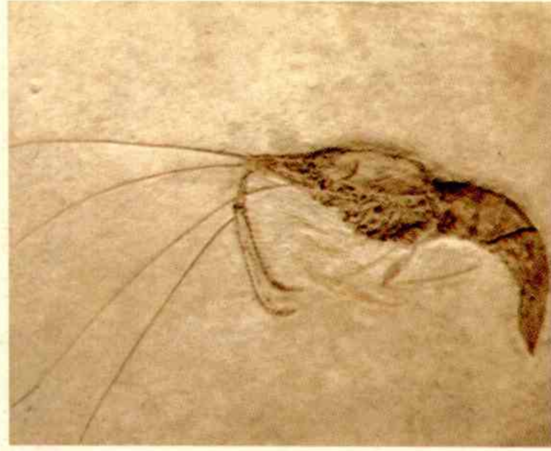
إنشاء أهم الوقائع الجيولوجية والبيولوجية المتعلقة بهذا العهد.

الكمبري

وقد امتد من ٥٧٠ إلى ٥٠٠ مليون سنة. و يَسْتَمِدُّ اسمه من كمبريا وهو اللقب القديم الذي كان يطلق على بلاد الغال جنوب بريطانيا. ففي تلك الحقْبة ،كانت الأراضي الطافية تنقسم الى ثلاثة قطع قارّية تفصل بينها بحار عميقة. وكانتْ مواقع القارات الحالية تختلف عن مواقعها الحالية. فكانت هناك قارّات أربع وهي أوروبا القارّية، وأمريكا الشّمالية، وآسيا القارية، وتجمُّع قاري رابع يضم ما يسمى اليوم بإفريقيا الجنوبية، وأفريقيا، وأستراليا والقطب الجنوبي، والهند، ومَدَغشقر. وكانت البحار مكتظّة بكميات هائلة من الترسُّبات نتجتْ عنها فيما بعدُ سلاسل جبليّة كبيرة. وكان الطقس مُعْتدلاً غير حارٍّ وغير بارد.

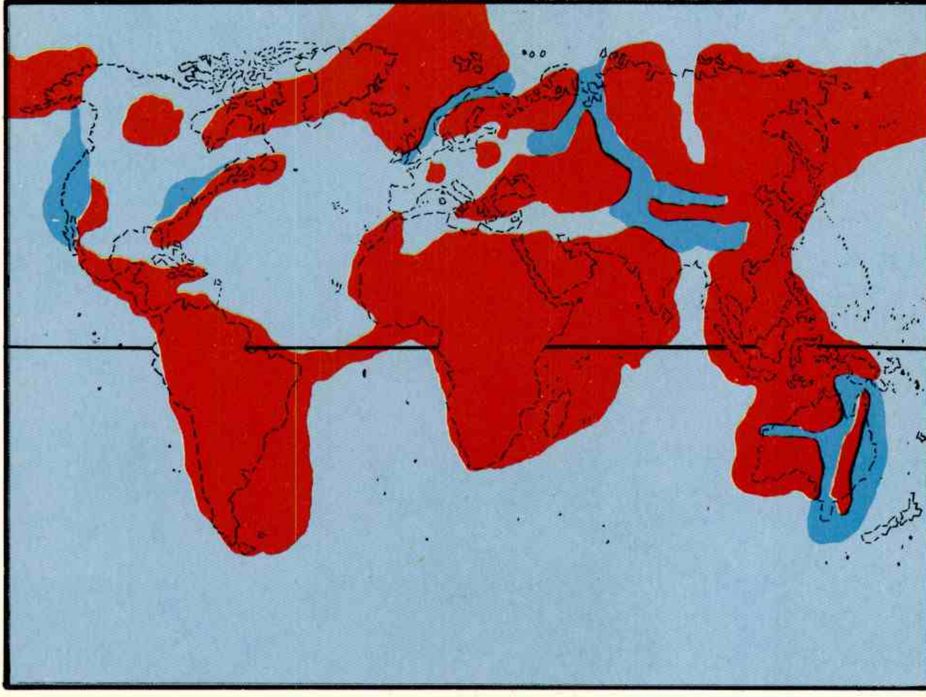
تَصَوُّر لبعض مظاهر الحياة خلال العهد الكَمْبري حيث تكثرُ الميدُوسات وشَوْكيّات الجلد (القنفذ البحري والنجوم البحرية) والحلقيّات والثُّلاثيات الفُصوص.





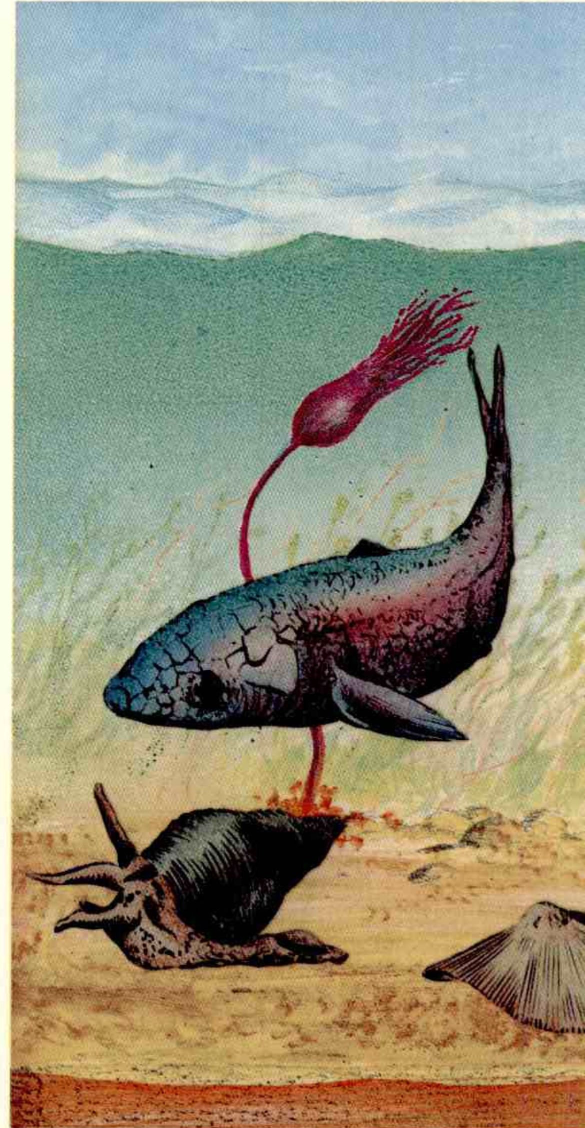
وتبين المُتَحَجّرات التي وصَلَتْنا، بكيفية واضحة أن الحياة في ذلك العهد،لم تكُنْ موجودة إلا في البَحْر. حيث كانتْ أشكالها متنوعة ومعقَّدة. فأحفورات بورجيس بكلُومبْيا تمثّل تَشْكيلة من الحيوانات الصغيرة المُتواجدة في تلك الحقبة. و بالاضافة الى طَحَالب كثيرة، كانتْ توجد آنذاك حشود من اللافقاريّات التي انقرض بعضها اليوم ومنها السّفنْجات الصّامِتة والمُدوسات والحَلَقيّات (الديدان والخراطين والعلق) ثم شوكيّات الجلد التي مازلت مجموعة منحدرة،منها تعرف اليوم بأشْباه الزّنْبق ونجوم البحر (او النّجوميات)، وقثاء البحر. وكانت هناك انواع كثيرة من الرّخو يات والصُّفَيْحيّات من مَحَار وميديّات ومعديّات الأ رجل كالبّزاق وحَلَزون البحر وأذُن البحر ورأسيات الأُرجل كالحبار والكَلْمَار والقوْقعة. وكانت الحيوانات الشّبيهة بالإنسان متوفَرة على هيكل عظمي درعي ناتىء ذِي صَلاَبة ومقاومة بالِغَتَيْن، والنّماذج

تصوُّر لمظهر من مظاهر العصر الأُوردوفيسي، في المجال البحري تكثرُ اللاَّفَقَرِيات (الطحالب والمرجان والرّخو يات) وتتطور. وقد ظَهرت أولى الفَقَريات وهي من فصيلة الأ وستراكُوديرم التي تُشبه الأسماك ولكنها كانت بدون فَكّ.





التي مازالتْ محفوظة هي المعروفة بالثّلاثيات الفُصوص. وكانتْ أجسامها مكوّنة من ثَلاثَة أجزاء (فلقات) وتتوفر على قائمتين وخياشيم. وكانت هذه الحيوانات، تعيش في أعماق البحار وتتغذّى من مواد غير عضوية ومن أجسام أحادية الخلية.

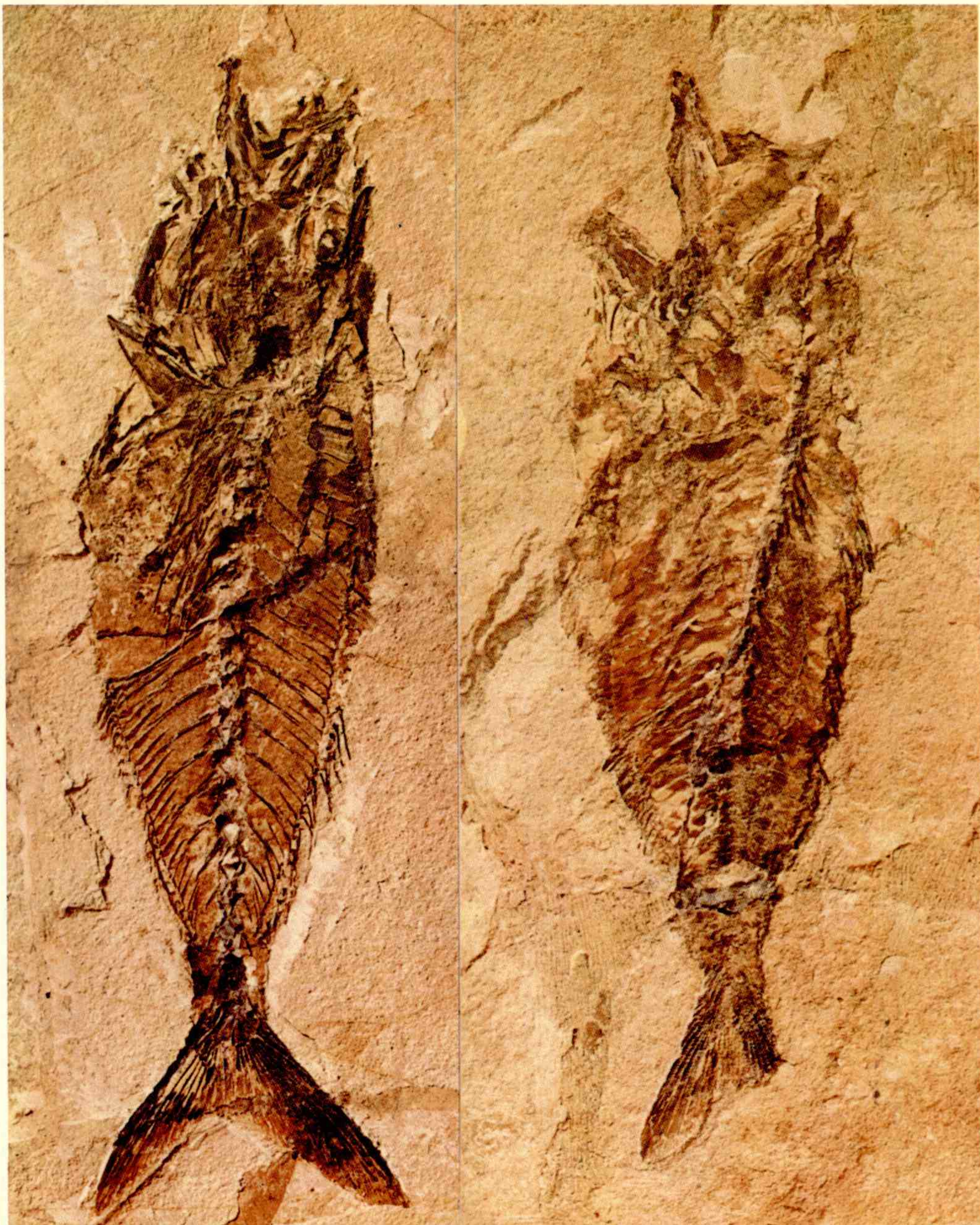


الأوردوفيسي

وهي فترة سادتْ قبل ٥٠٠ و٤٠٠ مليون سنة. وقد استمدّت اسمها من قبيلة كانت تعيش في بلاد الغال. وهي مرحلة لا تمثل اختلافاً جذريا، بالمقارنة مع الفترة السّابقة. وقد تمت خلالها تنقُّلات الكُتَل القارّية، كما تتابعَتْ فيها الفَيَاضانات البحرية وكانت البحار والمحيطات آنذاك عميقة جداً ومرتفعة الحرارة.

وكانت الحياة كلُّها مُقْتصرة على البيئة البحرية رغم بعض المَظاهر التي انْتقلت إلى البحيْرات والأنْهار. وقد ظهرت أصناف جديدة من الحيوانات اللاّفقارية حين تطورت الثُّلاثَياتُ الفصوص بِشَكْلٍ مثير حين انْتشرت أصنافُها في كلّ الأرْجاء و بالخصوص الطحالب والمرْجان والرّخويات. وخاصة منها رأسيات الأرْجُل. وظهرتْ في البحار المفْتوحة، حيوانات الغْرَايوليت ذات الهيكل العظمي الدّرعي، والتي تعيش ضمن مجموعات مُتَكَتّلة.

ومن أبرز مظاهر الحقبة الأوردوفيسية، ظهور أولى الفقريّات المعروفة بالأوسْتْراكودا. وقد اكتشفت أقدم بقاياها ضمْن الصّخور الرُّسوبية في الكولورادو. وكانتْ حيوانات سَمَكية الشّكل، ولكن بدون فَكّ. إلا أن بعضها يتوفر على هيكل عظمي. وهي تُعْتَبَر متطورة يُحْتمل أن تكون منْحَدِرةً من أجسام قديمة جداً انْقَرَضَتْ ولم تترك اي أثرٍ لها.

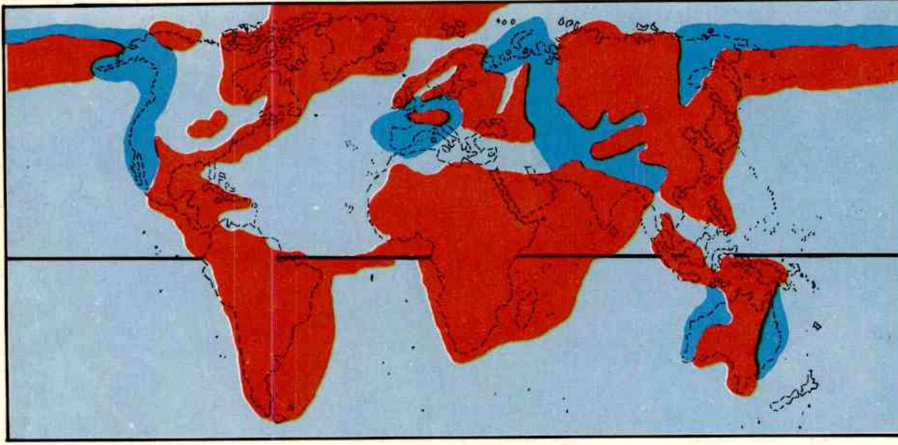


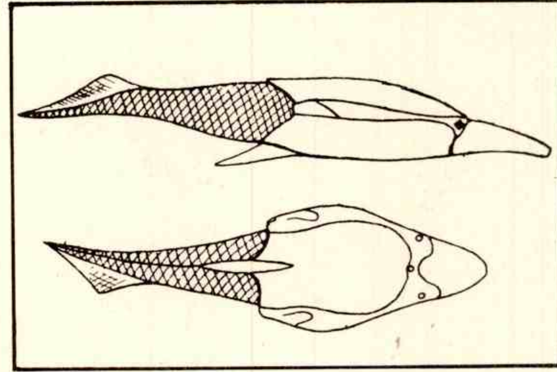
السّـــيلُـــوري

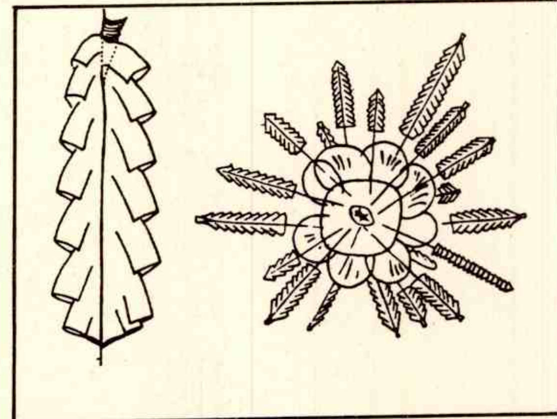
وقد امتدت فترته من ٤٤٠ الى ٣٩٥ مليون سنة. وقد أخذ اسْمه من قبيلة السّيلُوريّين الذين عاشوا قديما في بلاد الغَال.

وفي هذا العصر ازدادت الكُتَلُ القارّية اقترابا من بعضها،حيث اتَّحدث الآسْيتان،واقتربت أوروبا من الكتلة الآسيوية،فتكوَّن بينهما الأُورال. ثم اتّجهت القارّات الجنوبية نحو الشمال، بينما كان القطب الجنوبي في موْقع افريقيا الجنوبية الحاليّة. وازدادتْ حرارة الطّقس آنذاك إلى أنْ أصيبت بعض المناطق بالجَفَاف التّام.

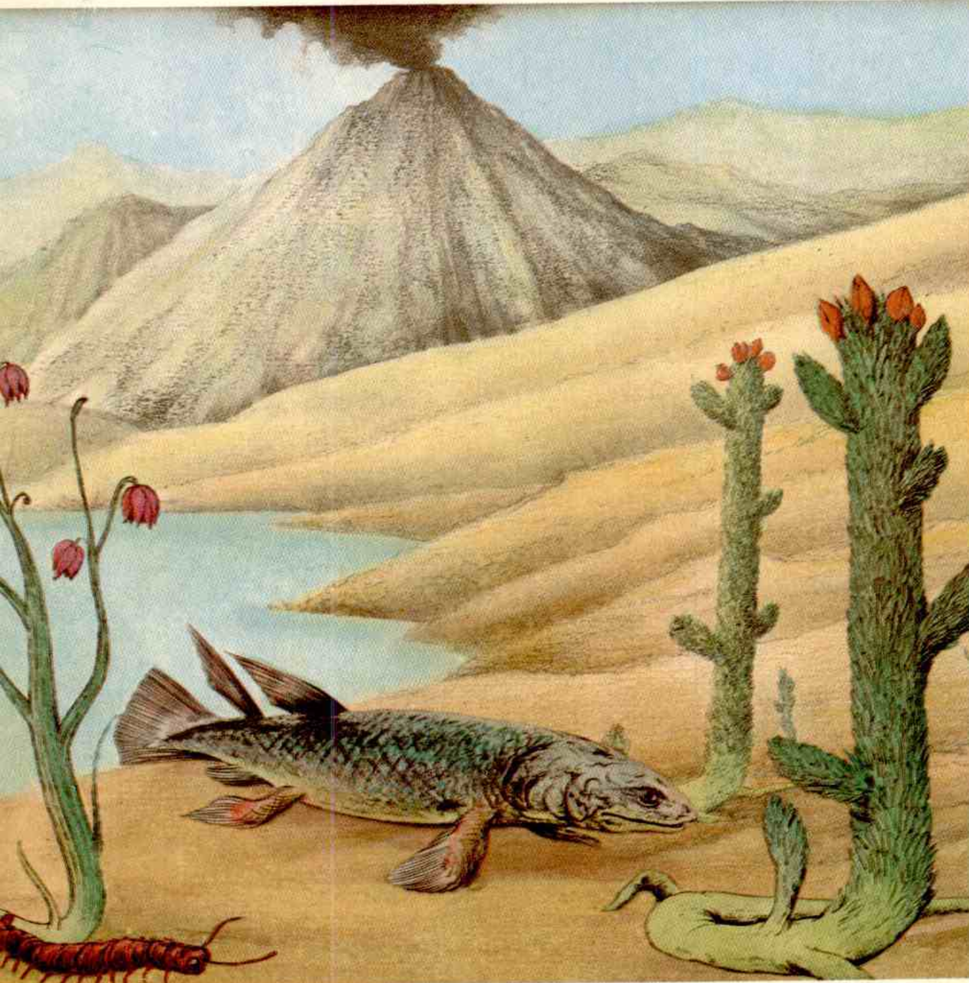
وتطورت في هذه الحقبة الحيوانات الأ وسْتراكودية التي كانت أغلبيتها تعيش في أعماق البحار. ومن الرّاجح أن يكون هذا العصر،قد شهد ظهور أولى أصناف الأسماك وخاصَّة سمك البلاَكوديرم. وكانت تتوفر على هيكل خارجي،وفَكّ يحمل أسنانا بالإضافة الى أعضاء راحيّة. كما بلغت مجموعة من الحيوانات الشّبيهة بالعناكب والعقارب أحجاماً ضَخْمَةً،ومنْها بعض النّماذج العمْلاقة التي يبلغ طولها مترين ونصف.وكانت تتغذّى بافتراس صغار الفقريات.



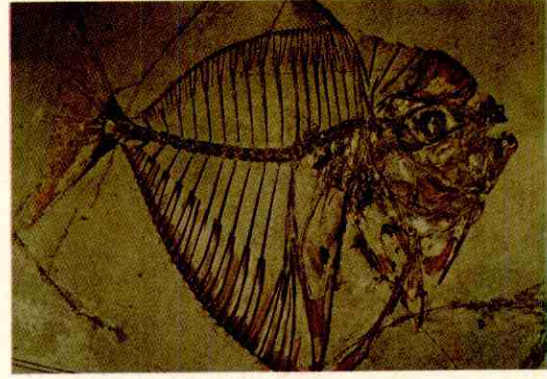




خلال العهد الدّيفوني طَوّرَت بعضُ الأسماك زعانِف قوية إضافةً إلى امكانية التنفس ولو لفترة وجيزة خارج الماء.
في التّصوّر أسفَلَه يظهر الأ وستيئُوبتيرون.







وإلى هذا العصر ينسب الجيولوجيون ظهور جزء من الكائنات الحيّة على سطح الأراضي الطافية. ذلك أن هذه الأراضي بدأت تكتسي بالنباتات، وتشهد ميلاد اللافقريات الأولى. وتدلُّنا أقدم المُتحجّرات على أن النباتات البرّية الأولى، وهي البِزرقَطُوناء كانتْ بحجم ضئيل، وكانت عارية ودون عروق. أما أولى الحيوانات البَرية، فكانت هي ديدان أم أربع وأربعين والعقارب.

الدّيفـــــوني

وقد امتدّ من ٣٨٥ إلى ٣٤٨ مليون سنة. وقد أخذ اسمه عن كونْتيّة ديفون بأنجلترا وشهد هذا العصر تحوُّلاً هاما حيث تجمعت الأقطار المعروفة اليوم في ثلاث كتل قارية كبيرة وهي قارة الشمال الأطلسي، بما فيها أمريكا وأوروبا وقارة أنغرة وتتضمّن آسيا الوسطى الحالية. ثم قارة غوندوانا، وتشمل كلّ الأراضي الأسترالية والهند. وظهرت على السطح مناطق كانت من قبل مغمورة بالمياه بسبب الانضغاط الذي حدث بين أوروبا وأمريكا الشمالية. وكانت هذه المناطق الجديدة مكونة من رمال

غالباً مايُعرف العَهْدُ الدّيفوني «بحِقْبة الأسماك». في هذا العصر تطوّرت الأسماكُ وتعدّدت فصائلُها. ومن هذه المجموعات هناك المَفْصِليّات والقِشريات التي كانت لها رأس مغطاة بقوقعة صلْبة وكانت تتوفّر كذلك على فكّ مُسَنّن ولكن ليست به أسنانٌ حقيقية.

تعرف بالحَتّ،وهي غنيّة بمُتحجّرات ذات أهمية بالغة. أما الطقس الذي كان سائدا آنذاك فكان صحراو يا في أغلب المناطق.

وخلال العصر الديفوني،تطورت الأسْماك وتنوعت أشكالها،حيْث بلغتْ أسماك البلاكوديرم والغَضْروفيّات والعظميات، **أوج تطوّرها الشّكلي. وتنتمي الأسماك** الفلوفيّة واللّمْفاو ية إلى المجموعة العَظْمية. فالأ ولى كانت تتوفّر على زَعانف عظمية ومنها انحدرت كل أصناف الأسماك الموجودة حالياً. أما الثانية فقد تطورت فيما بعد إلى الضّفدعيّات التي تولدت عنْها كلّ الفقريات اللّمفاو ية البرية،وكانت تتوفّر على أزْواج زَعانف جدّ متطورة تجعلها تتنقّل بسرعة خارج سطح الماء لاستنشاق الهواء الخارجي. وكان الأستونو بترون يتوفر على جسم سمَكي حقيقي،ولكن بخصائص الضّفدعيات الأ ولى، حيث كان له رأس،وأسنان وعمود فقري وأعضاء. وهذه الخصائص كانت من مميزات الاستيوستيبيغا وهو من الضّفدعيات المنتمية إلى المجموعة المَتاهِية التي انقرضتْ.

ويمكن افْتراض أن الضّفدعيات الأ ولى،التي خرجتْ من المياه كانت هي تلك الأصناف المتَاهِية.

وعرَفَت الحياة النّباتية في ذلك العصر تطوّراً خاصّاً. فكانت النباتات التي كانت حياتُها منحصرةً في البحار قد بدأتْ في غزو البَرّ،حيث اتّسعت رقْعتها،وكونت غابات واسعة وكثيفة. وكانت هذه النباتات تتوالد من غُبَيْراتها وليس من بُذورها، ومن بين هذه النباتات نَذْكر الخذْريات والكُنْباثيّات والسّرخسيّات. وفي العصر الدّيفوني كذلك ترسّبت حيوانات ونباتات بعد موتها في أعماق البحار ليتكون منها البترول الحالي.

الكَرْبوني

وهو عصر امتدّ من ٣٤٥ إلى ٣٨٠ مليون سنة، وسمّي بذلك الاسم،لكونه شهد تكوُّن طبقات الفحم المتَحجّر.

ازدادت الكُتَل القارية اقتراباً من بعضها إذ أن كلّ الأ راضي الطافية تواجدتْ عند المناطق الاستوائية ذات المناخ الرّطب والحار، وهو مناخ سَهّلَ التطوّر الكَثيف في



ميدان النباتات البّرية. فالغابات كانتْ غنيّة بأغْراس يصل علوّ بعضها ثلاثين متراً. وكانت تحتوي كذلك على شرخسيات ذات بذور.

وتطورت الحياة الحيوانية بدورها في هذه الحقبة بكيفيَّة مُكثَّفة. فالبحار قد امتلأت بالرَّخويات والمُنْخَربات وزَنابق البحْر وعَضُديّات الأرجل والطحالب والمرجان والأسماك. أما البرّ فقد امْتلأ بالضّفدعيات من كل الأشكال،والاحجام فيَتَراوح طولها من بضع سنتمترات الى عدة أمتار. ومنها على الخصوص العَنَاكِب والعَقَارب وأُمهات أربع وأربعين. وظهرت آنذاك الحشرات المُتَجَنّحة الأُولى ومنها على الخصوص المِيغَانُورا التي يبلغ حجمها ٧٢ سنتمتراً.

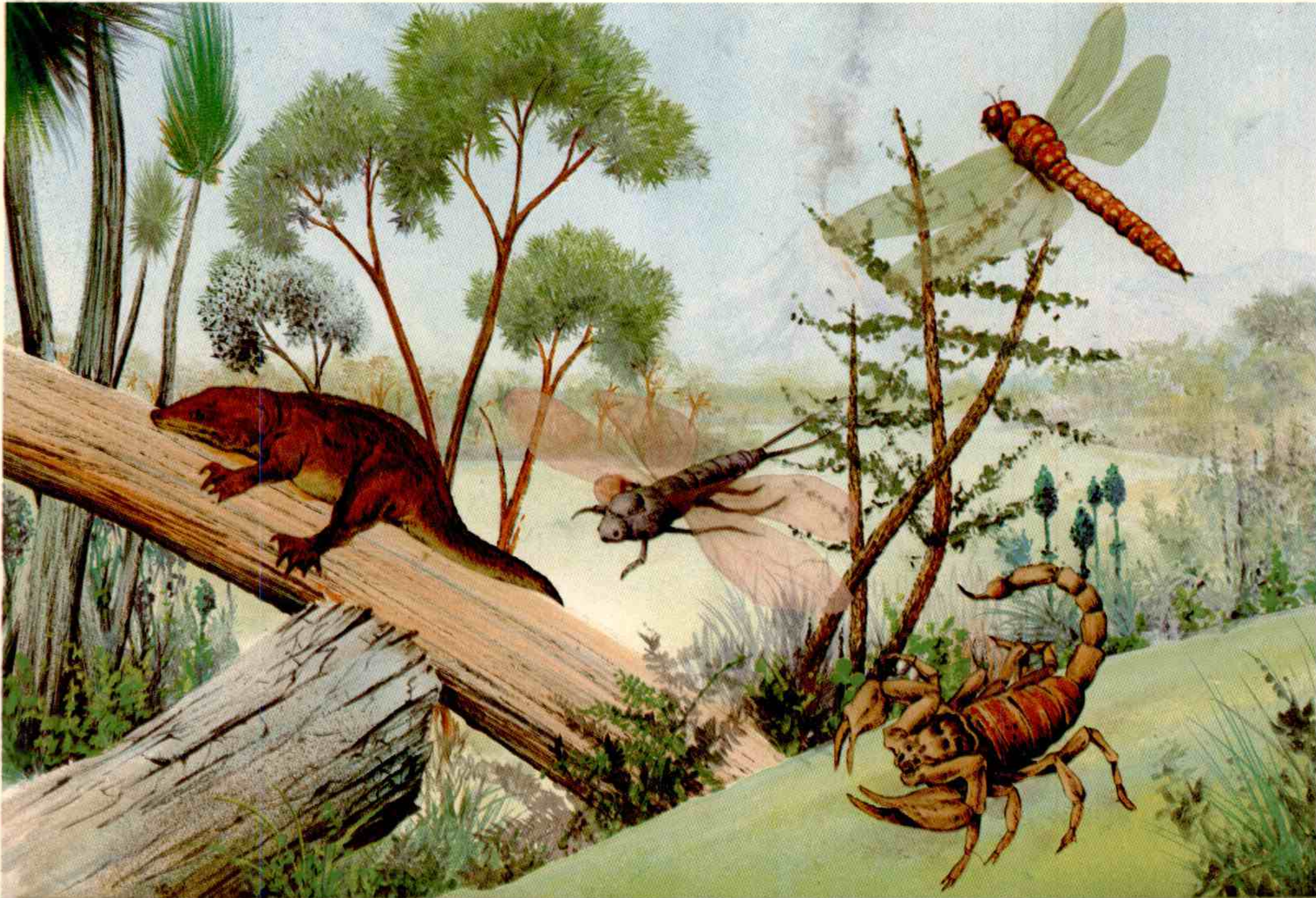
خلال العهد الكَرْبوني امتلأت الأرض بالضّفدعيّات المختلفة الأحجام و بالعقارب والحشرات المُجَنَّحة. وكان طُولُ الفتحة الجناحية لبعضها يتراوح بين بِضعة سنتمترات إلى عِدّة أمتار.

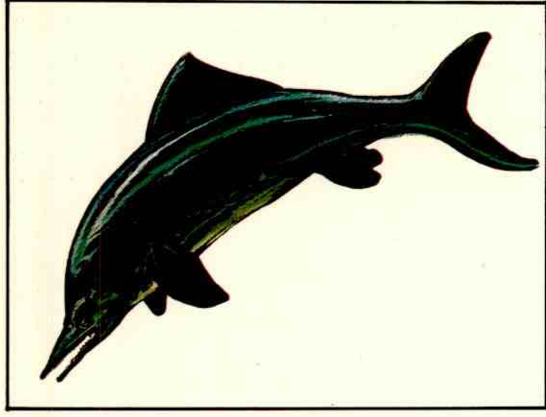
وأهمُّ ظاهرة عرفها هذا العصر هي ميلاد الزّواحف الأُولى. وكانتْ تبيضُ على سطح الأرض. وهذا البيض ذو قشرة تحول دون جَفَافِه و يبوسَتِه. ومن بين المتحجّرات الأولى للزواحف أحفور هيلونوموس. و يعود إلى ماقبل ٢٨٠ مليون سنة.

البــــرْمــي

وهو عصر امتدّ من ٢٨٠ الى ٢٢٥ مليون سنة و يعود اسمه إلى بيرْم وهي منطقة بالأورال. فخلاله تجمّعت كلّ الاقطار في قطر واحد،عرف بالبانْجيا أو «أم القارّات». وكانت هذه القارة،تشتمل على عدّة خُلْجان بحرية تجمعت فيها الترسُّبات. ومن أحد هذه الخلجان التيتيس Thetis الموجود في خطّ الاستواء. الذي انطلقت منه جبال الألْب والهيمالاَيا.

ولقد تغيّر الطقْس في هذا العصر عما كان عليه من قبل. ذلك أن الاطراف الجنوبية شهدت تَثْليجات متعددة

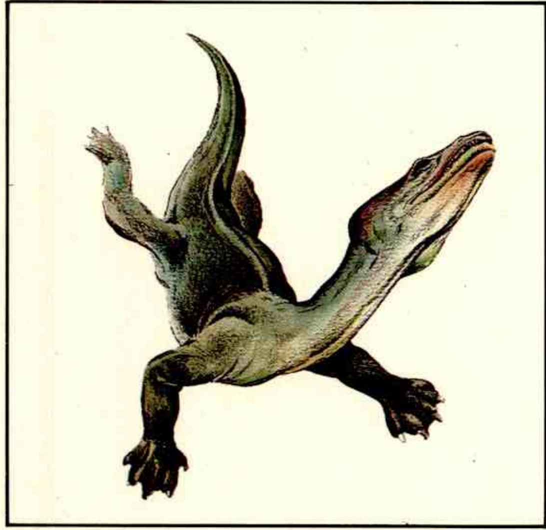




بينما كَسَتْ مناطق صحراوية الأجزاء الشماليّة في حين عَمَّ طقس حارّ ورطب في المناطق الوسطى.

وبسبب هذا التغيّر في الظروف الطقسية، أصيب العديد من أصناف الحيوانات والنباتات بالهلاك لتحُلّ محلّها اصناف أخْرى ذات خصائص ملائمة للعيش في الظروف الجديدة. وهذه النباتات والحيوانات بقيتْ مسيطرة وامتدّتْ إلى العهد الموالي.

العهد المِيزوزْوي : انتشار الزّواحِف



يشملُ العصر الميزوزي حِقب الحياة المتوسّطة. وقد بدأ حوالي ماقبل ٢٢٥ مليون سنة واستمر إلى ما قبل ٦٥ مليون سنة. وهوينقسم إلى ثلاث حِقَب : الدور الترياسِي، والدّور الجُوراوي، والدور الكريتاسي (الكريتاوي).

ولقد حَدَثَتْ تغيُّرات جُغْرافيّة و بيولوجيّة عميقة خِلال

شَهد العهدُ الميزُوزْوي انتشار الزّواحف في كلّ من البَرّ والبحر والجوّ. وتظهر في الرسم بعضُ نَماذج الزواحف الأرضية ومنها أولى السلاحف ديناصور - نعامة، وهو خفيف الحركة وسريع الجرْي وكان يتغذّى من بعض الديناصورات الأخرى.

هذا العَهد.وكان لها دور كبير في تغيير مظهر الكرة الأرضية إذ جعلتْها على شكل يشبه ما هي عليه في الوقت الرّاهن.

وامتدّ الدّور التّرياسي من ما قبل ٢٢٥ الى ماقبل ١٩٠ مليون سنة. و يعرف بهذا الاسم،لأنّه يتكون من ثلاثة أنواع مختلفة من التّربة وهي: الحَثّ المتعدّد الألوان والحَجَر الكِلْسِيّ الصّدَفيّ والجمْعر المتقرح.

وكانت مظاهر هذه الحقْبة في مَراحلها الأولى لا تُمثّل تغييراً مهماً بالنسبة لما كانتْ عليه سابقتها. إذْ بقِيت البَانْجي (أمُّ القارّات) متّحدةً.كما بقي الطّقس حارّاً وجافّاً يُيَسّر تكوُّن المناطق الصّحراوية. بينما بدأ الطّقْسان الحارّ والرّطب يتعاقبان على الأرض. أما من حيث النباتات،فقد شهد العصر سيْطرة الصّنوبريّات التي تتكيف مع الطقس الحارّ،وقد بلغ علوّ أشجارها ثلاثين متراً

بعض الزواحف قد تكونُ دفَعَتْها الحاجةُ إلى البحث عن غَذائها عن طريق التّحليق في الأجواء. والبْلصورات او «العظايات المجنّحة» هي أولي الزواحف المجنّحة، وكانت مكسوّة بالزّغب وذات أجنحة كبيرة مُدعّمة بالذّراع اضافة الى أصبع رابع طويل جداً. في الرسم أسفله، تظهر بعضُ الفلقيات والزواحف المجنّحة.



وقُطرها مترين. وإلى جانب الصنوبريات ظهرت السّيكاسيات التي يمثّلها اليوم نبات السيكاس الذي توجد أصناف منه في المناطق المتوسطة. وقد انقرضت تماماً تلك النباتات التي كانت تميز العصريْن البرْمي والكربوني وخاصّة منها الأشجار السّرخسيّة والحدريّات. كما أن البحر شهد انقراض الثلاثيات الفصوص. بينما تطورت فيه أصناف المرجان وحشائش الرّمال، والمحارت التّشانية والرّخويات وشوكيات الجلد، والأسماك العَظْمية.

وتكاثرت الزّواحف في هذه الحِقبة حتى فاق عددها عددَ كل الحيوانات الأُخرى، نظراً لقُدْرتها على التكيُّف مع مختلف البيئات المَوْجُودة. وكان بعضها يعيش في الوسط المائي، و بعضها الآخر بقي على سطْح الأرْض. بينما البعض يعيش طائراً في الأجواء.

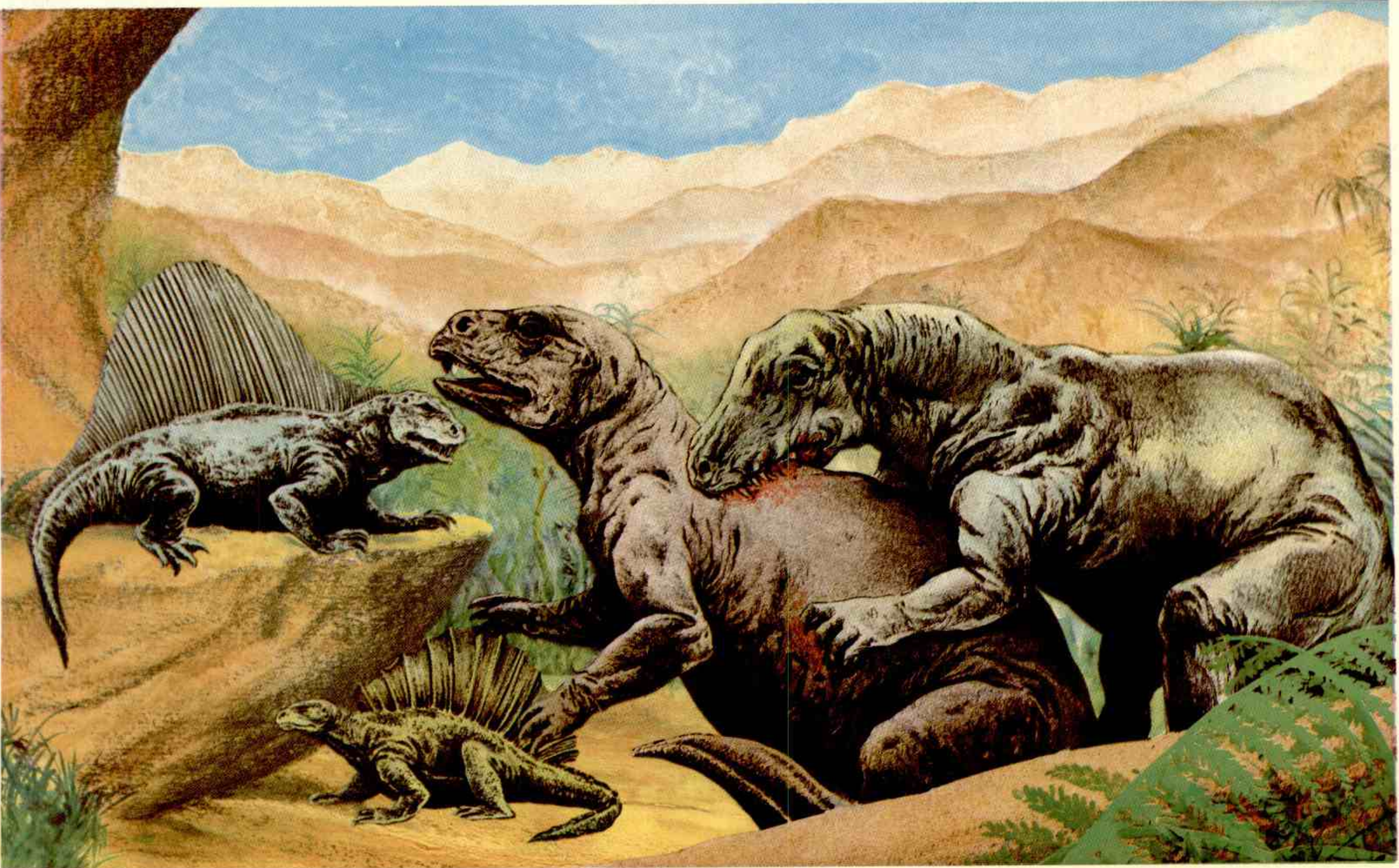
وكانت الزّواحف الأولى التي عادت إلى العيْش في الماء هي الإكْصُور ذا شكل سَمَكيّ، يُشبه شكْلَ القرْش والدّلفين الحاليّيْن. يسْمح له بالعوْم في أعماق البحار التي مالبث ان تكيّف معها، و بقي فيها بصَفةٍ نِهائية يَبيض و يَتَناسل و يَتَوَالَدُ.

ونَذْكُر من الأصناف الأُخرى الميكسَاسُور والبلاكودونت والنّوتوصور، وكانت كلُّها ذات أسنان قوية قادرة على مضْغ المواد الصّلبة. وقدْ بَلَغَتْ بعض هذه الحَيَونات أحْجاماً هائلة، من ذلك مثلاً البلاصيوصورس المُنْحَدِر من النّوتوصور الذي يبلغ طوله أكثر من اثني عشر متراً. وقد عاش الاثنان طوال عهْدين مُتلاحقيْن.

ومن بين الحيوانات البرّية، التي عاشت في تلك الحِقبة هناك الضّفدَعيات المَتاهيّة التي بلغتْ احجامها مقاييس مدهشة. فكان المستودونْصور مثلاً، ذا جُمْجُمةٍ يبلغ طولها متر ونصف. و بعد خروجها من الماء، وجَدَت هذه الضّفْدَعيّات صعوبة في التّنقُّل. لذلك طَوّرَتْ قدْرَتَها على القفز. ومن بين أولى نماذج هذه الضّفادع القافزة نَذْكر «الترياد و باتراكوس الماسينوتي» وهو ضِفْدَع عنْكَبوتي من الدّور التّرياسي الأول.

ومن بين الزّواحف التي عاشَتْ على الأرض اليابسة ظهرتْ أولى السّلاحف والتيكودونت ومنها انحدر الدينصور والتماسيح الحالية، وأولى الزواحف الطائرة كالبيتروسُور والزواحف المشتبكة. التي تطورت فيما بعد إلى

هجوم لأحد أصناف التيرانوسوروس ريكس. وهو من الحيوانات اللّحِمة. ورغم أنّه لم يكن من أضخم الديناصورات لكنه كان من أشْرَسِها وأخطرها. في خلفية الصورة نموذجان للديمنيتريدون.

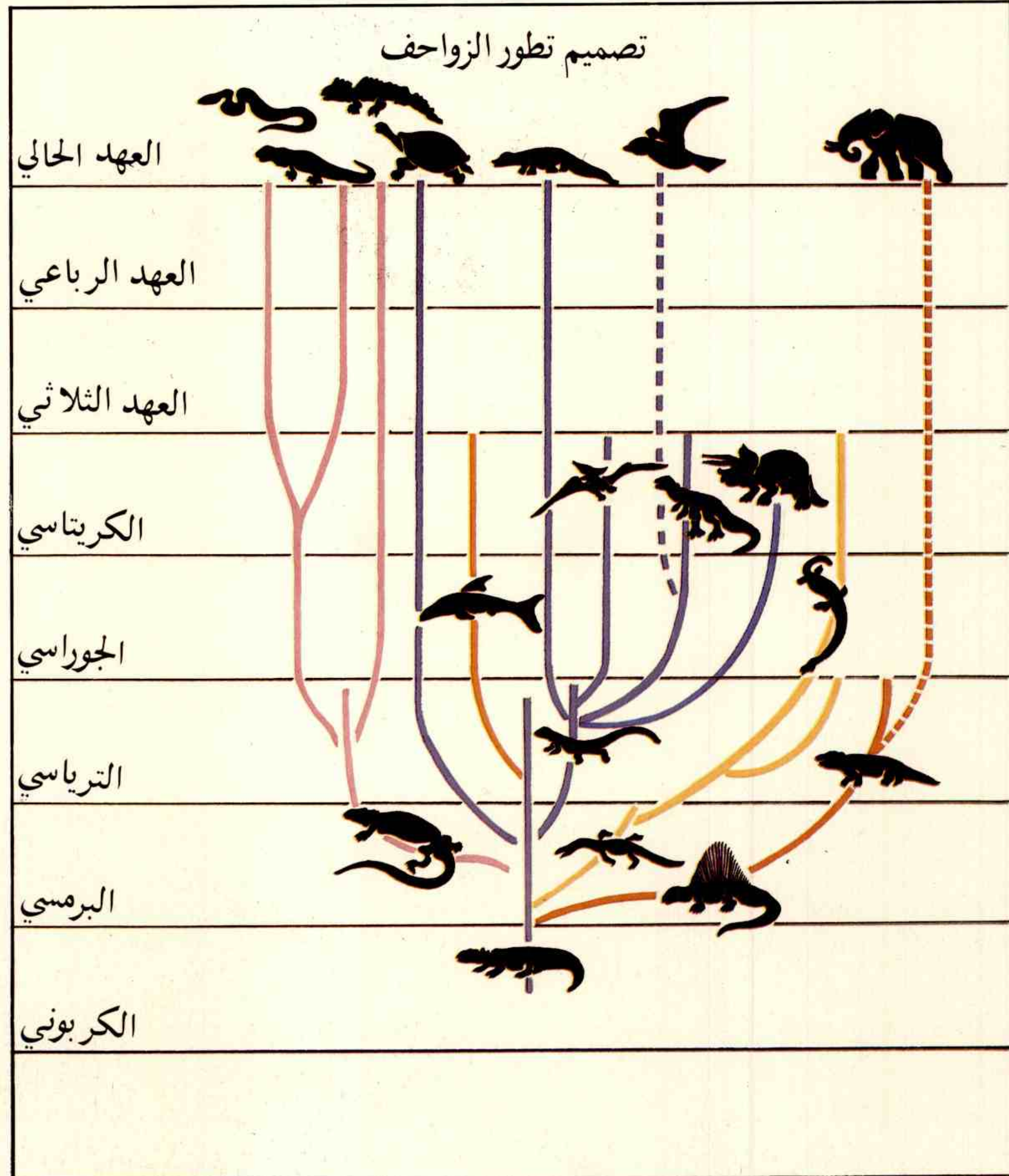


التّذْيِيّات الحالية. وكان أوّل هذه النّماذج الليستْرسوروس الذي وجد في كلٍ من افريقيا الجنوبية والهند والقطب الجنوبي. و يرجع عهد ظهورها الى الدّور التّرياسي.

الجُـــــــوَراويّ

وهو دور امتد من ما قبل ١٩٠ الى ١٣٥ مليون سنة وقد استمدّ اسمه من سلسلة جبال الجورا بفرنسا. و يظهر أنه يتميز بنفس خصائص العهد السّابق: فقد بقيت البانجيا (أمّ القارات) مُجْتمعة.والطّقس كان حارّاً وقارِساً ساعد على تطوُّر نبات أرْهم وتكوُّن غابات استوائية شاسعة الأطراف. وظهرت النّباتات السيكّاسية والبانْتيالية والجنكية في مختلف أرجاء الأرض بينما بدأت الصّنوبريات في الانقراض. أما كأسيّات البِزْر فقد ظهرت أول مرة في أواخر العصر.

و يعتبر الجوراوي الحِقبة التي تستحِقّ بحقٍّ حمْل اسم عهد الزواحف المُلْصق عادة بالعصر الميزوزي. فبعد انقراض الضّفدعيات،أصبحت الزواحف أكبر حجماً وانتشرت تقريباً في كل الأوساط. و بالإضافة إلى هذه الزواحف التي مالبثت أن عادت إلى الوسط المائي،ظهرت





كذلك أولى أصناف الطّيور، التي كانت تجْمع بين خصَائص الزّواحف والطيور معاً. ومن المرجّح ،أنها تنْحدر من الزّواحف الطّائرة. ومن هذه الأصناف الأركايوبتريكس الذي وجدت آثاره في الصخور الجوراسيّة بألمانيا. وله جُمْجُمَة وذيْل، وأسْنانِ الزّواحف بالإضافة إلى الأجْنحة والريش والأصابع الأخّادة الموْجُودة عند الطّيور الحالية.

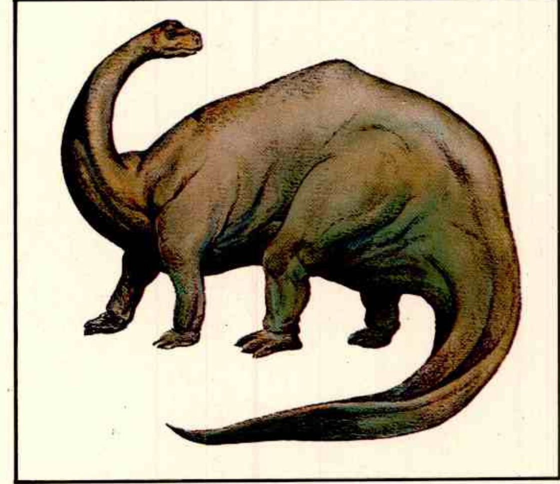
وفيما بعد،أصبحت الأرض اليابسة ممْلكة الدّيْنَصورات والزّواحف العِمْلاقة التي يصنّفُها العُلماء إلى مجموعتين: هما السّوريشيانيّة والأورنيتشيانيّة.

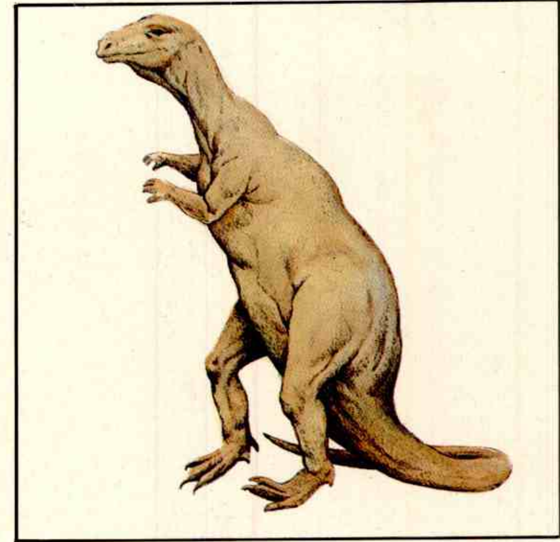
وكانت الدّيْنَصُورات السّوريشيانية،هي الصنف الأول الذي ظهر إلى الوجود. وكانت تتوفّر على عنقٍ طويل ورأس صغير وذيل مغْزلي،وجذعٍ صغير تحمله قائمتان خلْفِيَّتان وطويلتان.بينما القائمتان الأماميتان صغيرتا الحجم. ويظهر من شكل هذه الحيوانات،أنّها عاشَتْ بالخصوص في الماء الذي كان يحمل ثقل جسمها،وأنها كانت تَتَغَذّى من النباتات البحرية،ومن جثث الحيوانات الأخرى. أما فصيلة الدّيْنصور النّعامة،فكانت خفيفة الوَزْن وسريعة التَّنَقُّل.وكانت تتغذّى من بيض الدّيْنصورات الأخرى وتعيشُ الى جانب الدّيْنصورات اللّحِمة التي كانت أصغر منها حجماً. والتي تتوفّر على رأسٍ بفكّيْن وأسْنان حادّة وعلى قوائم أماميّة قوية تنْتهي بأصابع ثلاث بها أظافر. وكانت من أخطر النّشّالات التي تُهَاجم حتىّ الدّيْنصورات التي تكْبرها حجماً.

ويظهر أن الدّينصورات الأورنيتيشيانية كانت كلّها عواشب وأنّها كانت أصغر حجماً من السّوريشيانية. فبعضُها كان يمشي على قائِمتيْن وبعضها على أربعٍ، ومنها ما يتوفّر على جسم قِشْري ومنْها ما كان على رأسه قَرْنان.

الطّبــــاشـــيري

وهو عهد امتد من ماقبل ١٣٥ إلى ٦٥ مليون سنة، واسمه مشتقّ من الكلمة اللاّتينية «كرِيتا» المستعمل

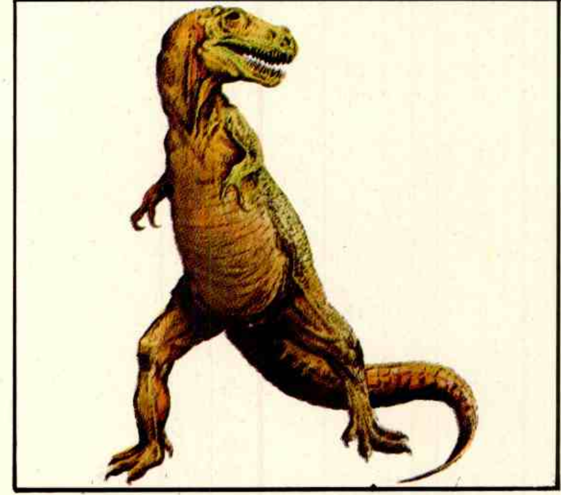


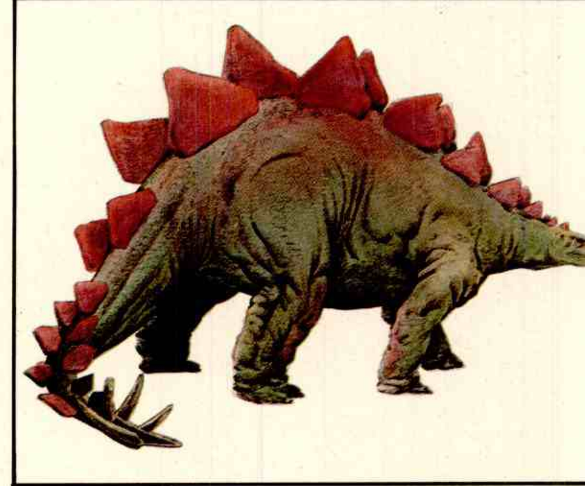


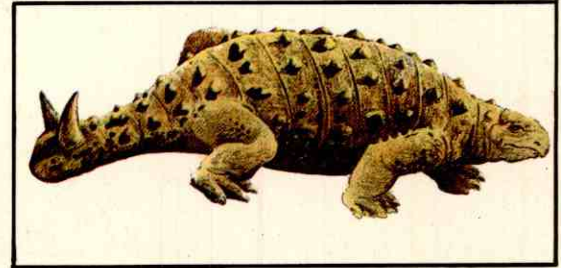


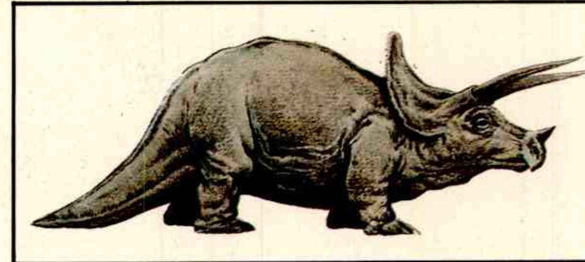


للحديث عن الصّخور الجيريّة التي كانت تُميّز تلك الحِقبة. وقد شهد هذا العهد،ظواهر ذات أهمية كبرى، حيث انقسمت أمُّ القارات (البانجيا) في أواخر العصر إلى القارات الحالية. لكن القطب الجنوبي وأستراليا بقيا









مجْتمعين في حين ظلت الهند تطْفو فوق المحيط الهندي. وقد كان لهذه الظاهرة أثر كبير على الطقس الذي بدأ يختلف باختلاف المناطق. و يعتقد أن انقسام السنة الى الفصول المتعاقبة بدأ في ذلك العهد. كما أن النباتات والحيوانات تغيّرت من حيث أشكالها وأحجامها. فقد تقلّصت أحجام النباتات الجوارسية،وتثبّتت كأسيات البِزْر وخاصّة منها السّنديان والمَغنولية والدّلب والكرَز الغاري.

أما في المجال الحيواني فقد تثبتت الطيور إلى جانب الزواحف، وامتلأت البحار بالمُتَحجّرات والمَحارات التَّشابية والأسماك واللاّفقريات من كل نوع. وانقرضت في آخر الحقبة عدّة أصناف من الحيوانات والنباتات كالدَّيْنَصورات والزّواحف البحرية العِمْلاقة والمُتَحجّرات والمَحارات التَّشابية. ولم يُعرف بصفة قطْعية سببُ انقراض هذه الكائنات الحيّة. إلاّ أنه من المُحتمل أنها تلاشَتْ لكوْنها لم تعد تتكيَّف مع تغيُّرات البيئة نتيجة انقسام البانجي وطفاوة القارّات.



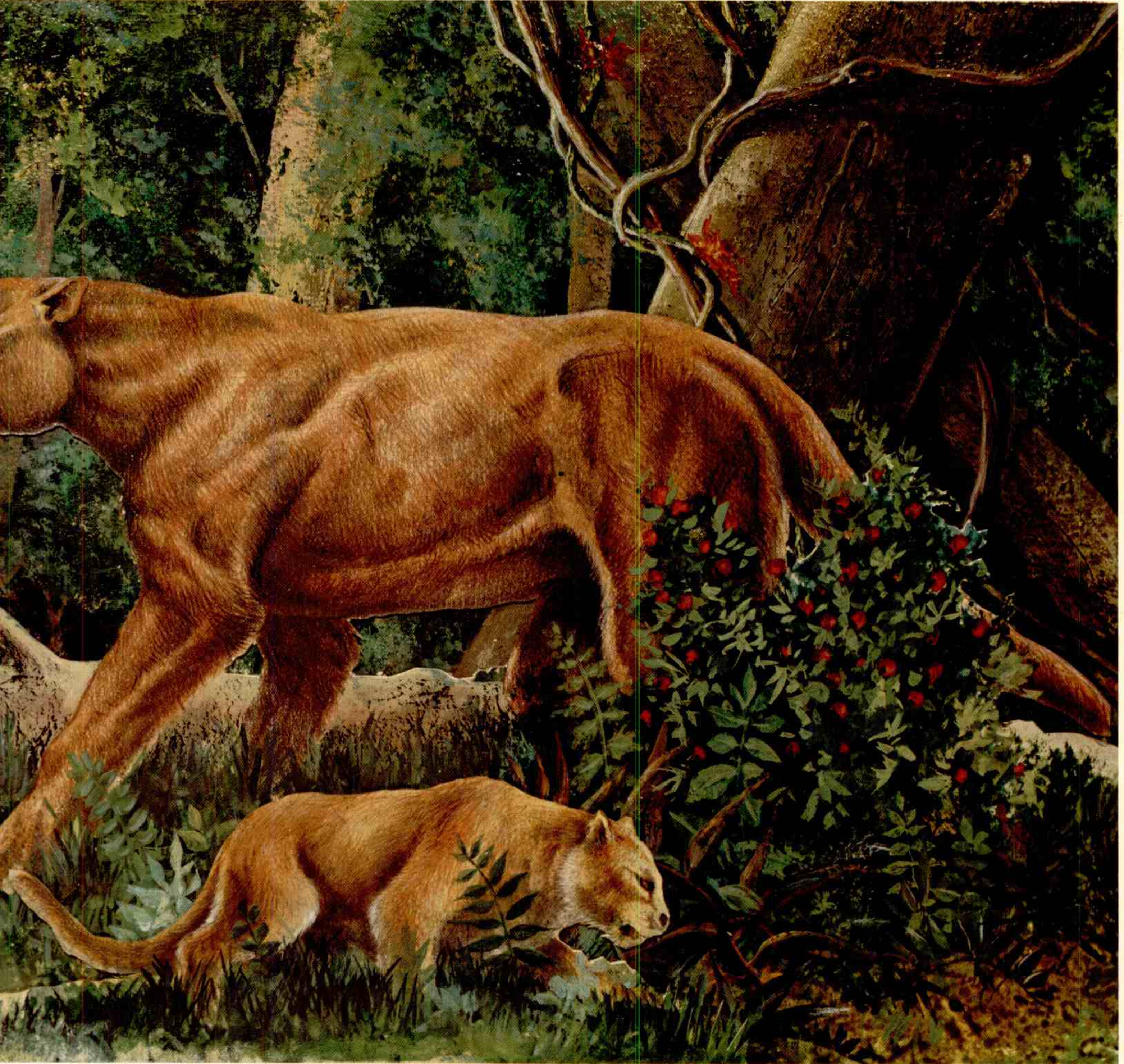
العَهْـــد الكِينُـــــوزْوي

تطـــوُّر الطّيـــــور والثّدْيِيـــــات

يعتبر العَهد الكينوزوي من حِقب الحياة الحديثة. وقد ابتدأ قبل ٦٥ مليون سنة وخلاله بدأت الأرض تتخذ تدريجياً شكلها الحالي بعد تحوُّلات جِذْرية وعَميقة.

ففي أواخر هذا العصر التحقت الهند بالقارة الآسيوية وافترقتْ إيطاليا وشبه الجزيرة البلقانية نِهائياً عن إفريقيا. بحيث بقيت أوروبا معزولة. كما استمرَّ تقارب الأمريكتين. ونتج عن التّحرك المُستمرّ لْلكُتل القارّية وتجمعها،تكوُّن سلاسل جبلية شاهقة كالألب والآند والهيمالايا والجبال الصّخرية والبرينيس وسلاسل أخرى أقل عُلُواً.

وخلال العصر الكِينوزوي كان الطّقس اكثر حرارة



مما هو عليه الآن. مما أدى إلى انتشار كأسيات البزر بشكلٍ نهائي وإلى تكوُّن غابات كثيفة وشاسعة الأطراف.

ويمكن تقسيم هذا العَهد الى خمسة أدوار وهي البَالْيوسين والإيوسِين والأوليغوسين والميوسين والبلْيوسين. و يعرف بعصْر الضرعيّات.لأن هذه الحيوانات الفقرية عرفَتْ إبّانه تطوُّراً خاصّاً وسريعاً. وقد جاء انتشارها بعد حقبة الزَّواحف، وكانتْ تنْقسم الى كلّ المجموعات والأصناف التي نعرفها اليوم.بالإضافة الى أخرى انقرضت قبْل وجود الانسان على الأرض. ومن هذه الأصناف نذْكر الحَافريّات البِدائية التي انحدرت منها مزْدوجات ومفْردات الأصابع كالخَيْل والبَقَر.

وفي بداية هذا العَهْد كانت اللاّمشِيميّات مُنْتشرة بكثْرة.غير أنّها سرعان ما حلت محلها المِشيميات التي أبْدت تكيُّفاً أكبر للعيش في البِيئة. ولم تستمر اللاّمشيميات في الوجود إلا في القارّة الأسترالية. وقد عثر على أقْدم مُتحَجّر لهذه الجِرابيّات في أستراليا، و يعْرَف بالوينْيَارْديا و يرجع إلى الدور الأوليغوسيني حيث عاش في تاسْمانيا.

ومُتَحجّرات الضّرعيّات كثيرة جداً ولذلك كان من الممكن إعادة انشاء مراحل تطور أصناف كثيرة من الحيوانات التي تمثلها. ومن النماذج المهمّة التي عثر عليها متحجّرات الفَرَس والفيل. فالفَرس منْحدر من الهوشيبوش الذي كان عاشباً ولا يتجاوز حجْمه حجَم الكلْب، وتنتهي قائمتاه بأربعة أصابع. أما الفيل فينحدر من الموريثوريوم الذي كان لا يتوفّر على خرطوم ولا على أنياب. ومع تعاقب ملايين السنين ازداد حجم المُنحدرات الى أن وصلت الى ماهي عليه اليوم.

ومن خِلال الهَياكل المُتحجرة التي عثر عليها،ثبت أن أنواع الضّرعيات كانت كثيرة جداً وتنتشر في كتلة قارّية واسعة تشمل أمريكا الشمالية وأوروبا وآسيا وافريقيا. ولم يبق من أصناف الزواحف إلا مجموعات قلائل مُمَثّلة في النماذج التي مازالت تعيش حالياً على الأرض كالسلاحف والعَظائيات والثّعابين والتّماسيح.

وقد انقرضت الزواحف من البحر وامتلأ بدوره بالضرعيات. كانت أصناف الحوتيات موجودة في الدوْر الميوسيني،وكانت متوفرةً على أسنان قوية قادرة على افتراس الأسماك ورأسيات الأرجل، وأكبر هذه الأنواع هو البَاسيلوسورس الذي يبلغ طوله ٢٠ مترا وكانت له



خلال العهد البليسوني سُجّل تطوُّرُ أشكالٍ خاصة من التذييات النابتية.

في الرسم إثنان من هذه الحيوانات: الباريلامبدا، وقد يصل طولُه مترين وله مَخالب صلبة كالصّخر ثم البانتورمبدا، وهو بضخامة الحَمَل و يشبه القط إلا انه ليس لاحِماً.



صورة لِمجْلَدَة حالية مع مجاري كثيرة، تُعطينا فكرة عن تكوُّن وتطوُّر مجلدات العهد الجيولوجي الرابع.

قوائم أمامية تحوّلت الى زعانف قويّة.

وفيما بعد خلال الدّور الأوليغوسيني ظهرت اشكال أخرى بأحجام أكبر تقْتات من علق البحر وهي ما يعرف اليوم بالحوت (بَالِين). أما باقي الحيوانات البحرية فهي تقريباً على نفس النماذج الموجودة حاليا. حيث تكاثرت أصناف السّمك وخيول البحر ورأسيات الأرجل (كالحُبّار والكالامار) وهدابيات الأرجل والمَحار.

وتطورت أصناف الطيور بدوْرها تطوُّراً هائلاً حيث تكونت الاشكال المعروفة لديْها وتعدّدت نماذجها المختلفة رغم أنها بقيت مدة طويلة ضخمة الحجم،وعاجزة عن التّحْليق. ومن بين هذه النماذج،نذْكُر طير الدّياتريما الذي تتعدّى قامته المِترين،وكان يتوفّر على منقار قوي وعلى قائمتين بثلاثة أصابع مائلة الى الأمام،وتنتهي بمخالب حادّة، ثم الفُورواكوس الذي ظهر في العهد الميوسيني و يبلغ طوله اكثر من ستة أمتار،وله جُمجُمةً يبلغ طولها ٦٠ سنتيمترا ومنقارا طويل معقوف ومتين يصل طوله ٣٥ سنتمتراً ومخَالب قائمتَيْه قويّة قادرة على التّمْزيق والفتْك وكان يعيش بالخصوص في أمريكا الجنوبية. وهذه الخصائص كلُّها تبيّن على أن تلك الطيور كانت من القتّالات الخطيرة.

اما الثدْييات البَرية فقد ظَهَرَتْ من بينها مجموعة الرئيسات (المُقَدّمات) التي بدأ تطوُّرها في أوائل العهد السّينوزويكي. وقد تولّد عن هذا التطور حيوانات تكيّفتْ مع الحياة في الغابات،وخاصة فوق الأشجار ومن بين تفرُّعات تلك النّماذج،ما تمَخّض عن النّموذج الذي تَعْتقد بعض النّظريات أن الانسان إنْحدَر منه (!).

العهــــد الرّابــــع : ظهور الإنسان

يعتبر العهد الجيولوجي الرّابع بمثابة الدور الأخير من حِقَب الحياة الحاليّة،الذي تميّز عن سابقه بظهور الإنسان وقد ابتدأ قبل حواليْ مليونيْ سنة. و ينْقسم إلى فتْرتَيْن أساسِيَّتين وهما العَصر البِليستُوسيني والعصر الهُولُسيني.

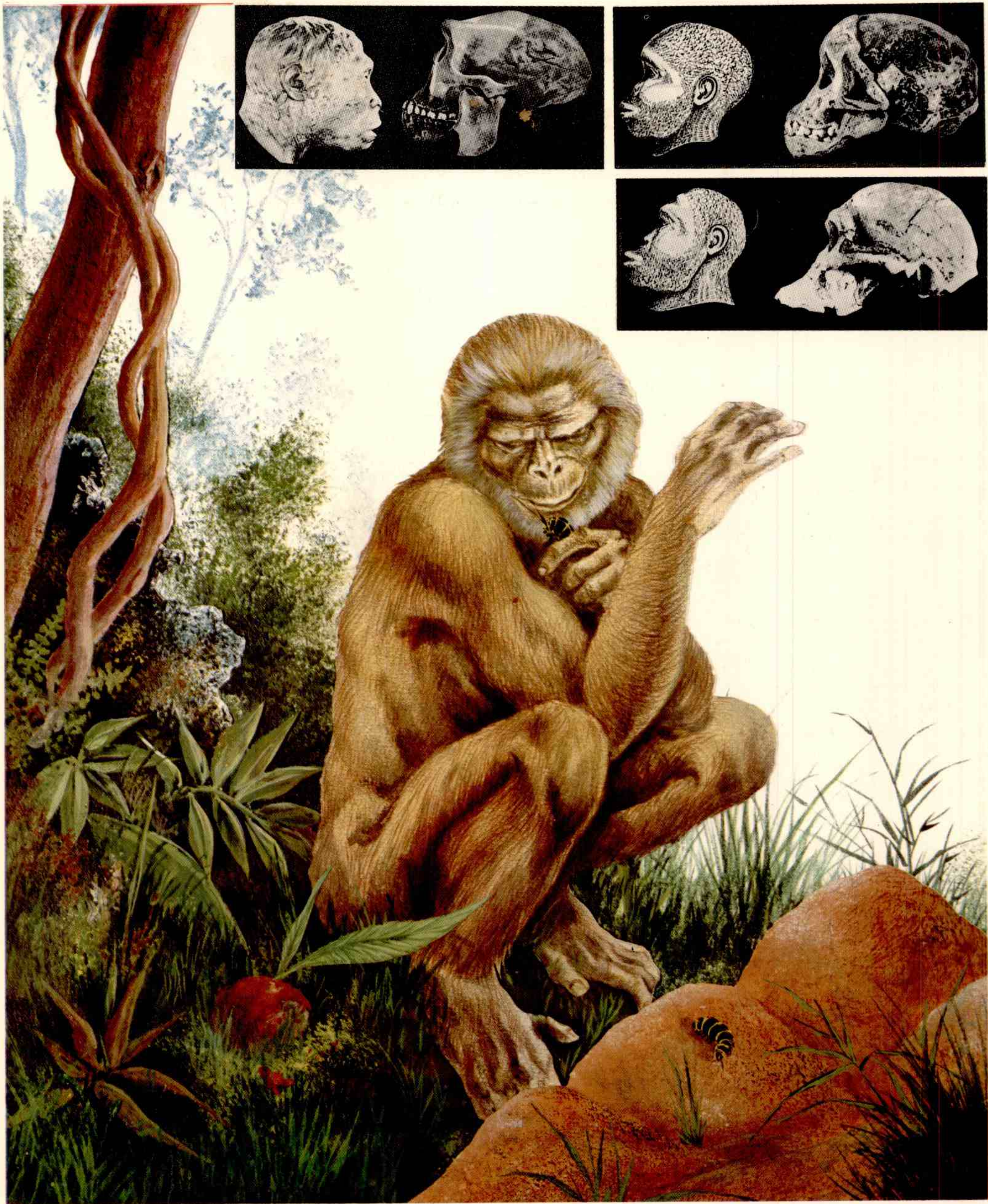
طوال عصر البليستوسين انخفضت الحرارة بشكل مدهش إذ تولّدت عن انخفاضها ظاهرة الإجلاد المُتعاقب مع فترات الحرارة المرتفعة فخلال الفترات الجليدية تكونت قنن ثلجية ضخمة في كل من أمريكا الشمالية وأوروبا وآسيا، و بدأت تَتنقّل ببطء في اتجاه الجنوب.

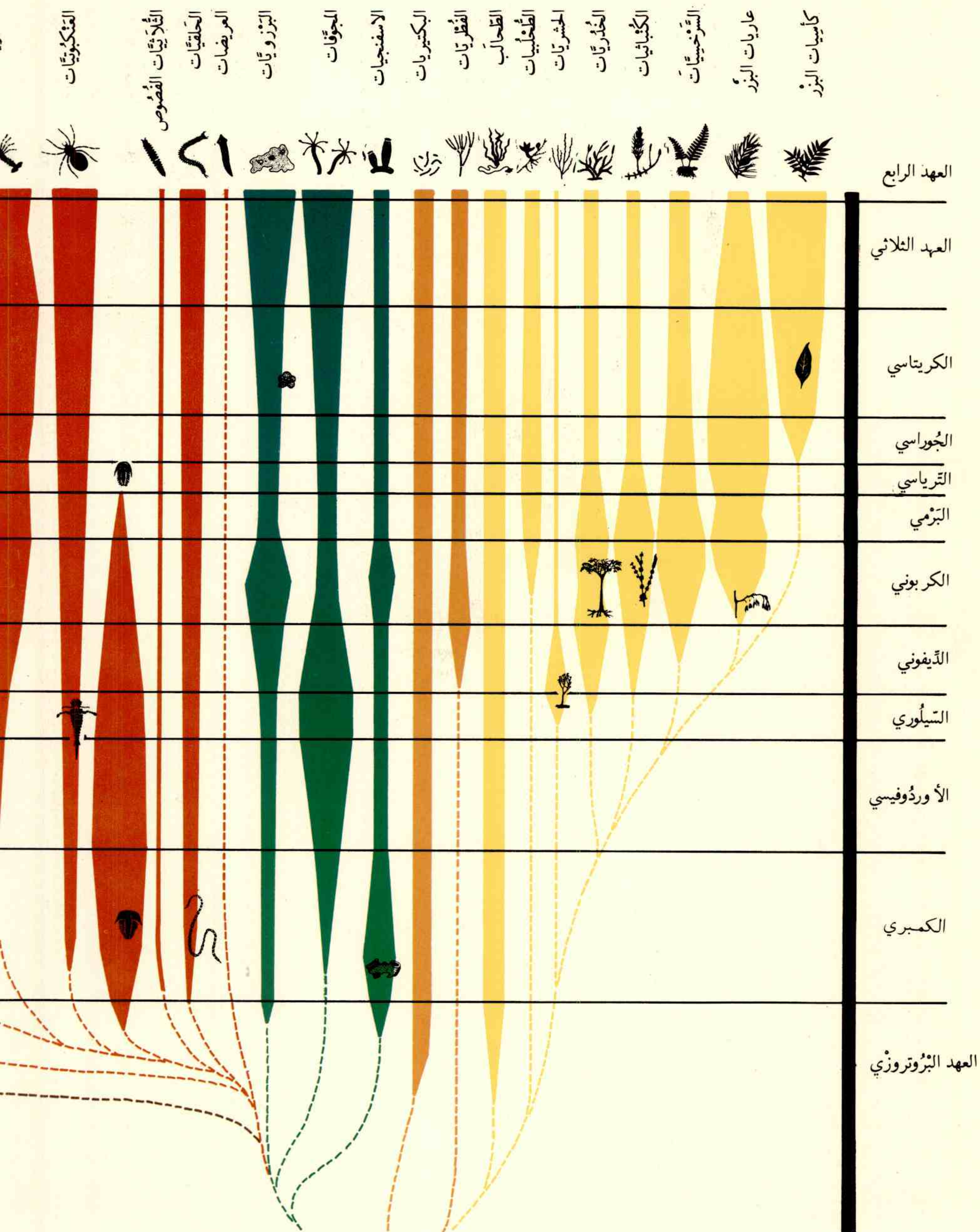
وشيئاً فشيئاً اكتست المناطق الشمالية طبقات جليدية يصل سمْكها في بعض الحالات أكثر من ١٢٠٠ متراً. وفي أوروبا هبطت المَجْلَدات الى ٥٠ درجة متوازية.

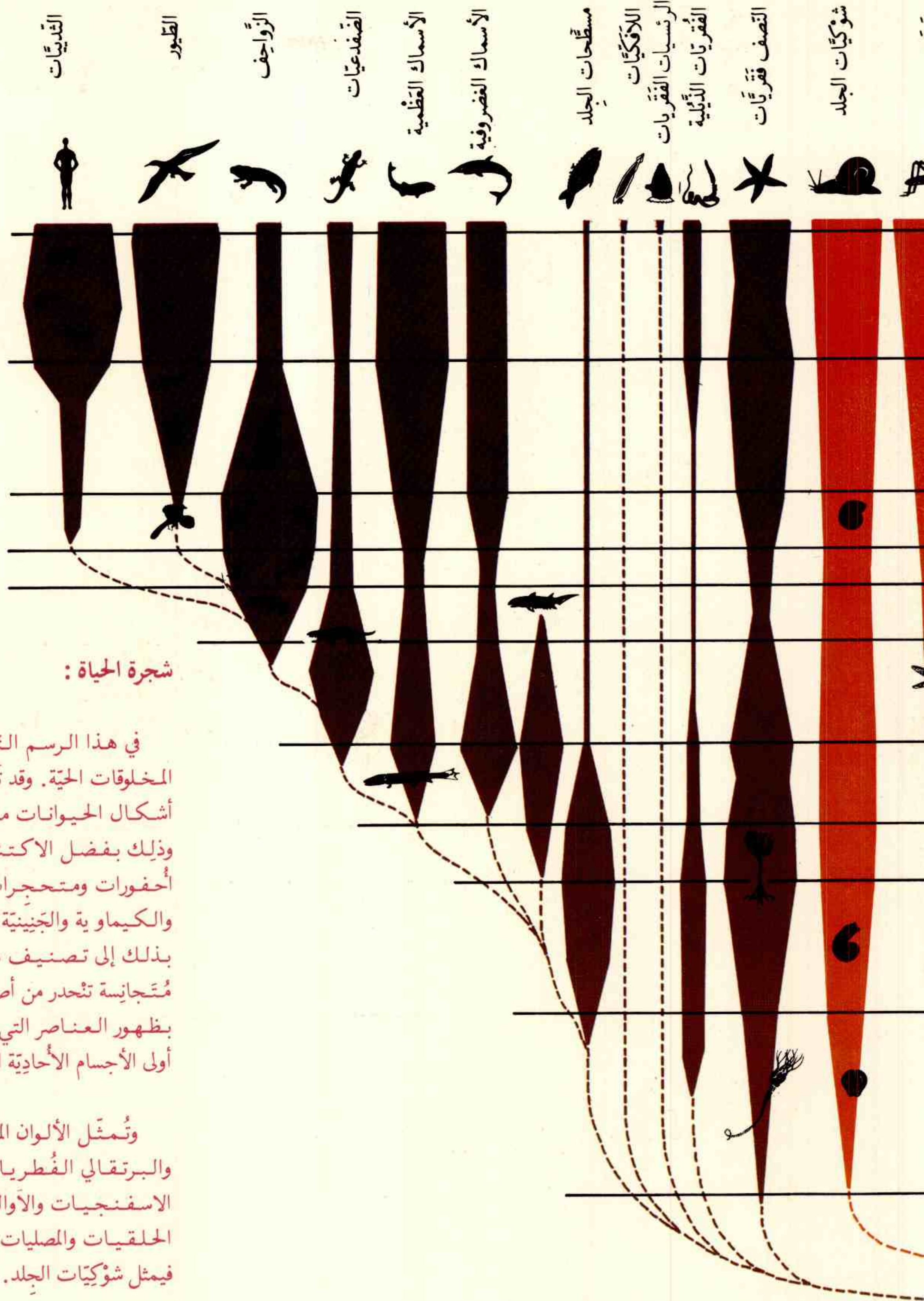
وكانت كتلة الماء المُجمّد ضخمة جداً مما جعل مستوى البحار ينزل،وأتاح ظهور أراضٍ جديدة طافية. وبالإضافة إلى ذلك،كانت المَجْلدة تَقْرض الأرض إذ تحفر بها أحواضاً واسعة مازالت نماذج منها ممثّلة في البحيرات الحالية كبحيرات البريالب الإيطالية والبحيرات الكبرى بأمريكا الشمالية.

و بانتهاء العصر الجليدي، أدّى ذوبان المَجْلدات إلى تكوُّن أنهارٍ كبيرة جداً قامتْ بنقْل كميات كبيرة من المواد الطميية كالحجارة والرمال والصدفات لتودعها على السهول

إلى اليسار: يظهر نموذجٌ لحيوان الرامابيتيكوس وهو من أولى القِرَدِيّات الإنسانية الشّكل. وهناك من العلماء من يعتقد أنه ينتمي إلى نفس الخطّ التطوّرى للإنسان.
وفي الصورة أعلاه جَماجِم لإنسان أوسترالبا والبيتيكانقروب.




العنكبوتيات
الثلاثيات الفصوص
الحلقيات
العريضات
البرزويات
المجوفات
الاسفنجيات
البكتيريات
الفطريات
الطحالب
الطحلبيات
الحشريات
الخذريات
الكنبانيات
السرخسيات
عاريات البزر
كاسيات البزر
العهد الرابع
العهد الثلاثي
الكريتاسي
الجوراسي
الترياسي
البرمي
الكربوني
الديفوني
السيلوري
الأوردوفيسي
الكمبري
العهد البروتروزي



شجرة الحياة :

في هذا الرسم التّبياني تظهر أهمّ خطوط تطوُّر المخلوقات الحيّة. وقد تَمكّن العلماءُ من تَصوُّرٍ ورسم أهمّ أشكال الحيوانات من أضخمها حجماً إلى ادقّها خِلْقَةً وذلِك بفضل الاكتشافات الأركيولوجية على شكل أُحفورات ومتحجِرات و بفضل الدراسات التّشريحية والكيماو ية والجَنِينيّة المُجْراة على الأحياء. كما توصّلوا بذلك إلى تصنيف هذه الكائنات الحيّة إلى مجموعات مُتَجانِسة تنْحدر من أصل واحد. وقد بدأتْ أشكالُ الحياة بظهور العناصر التي تشكّلتْ مع بعضِها لتتمخض عنها أولى الأجسام الأُحادِيّة الخَلِيّة.

وتُمثّل الألوان المجموعات: الأصفر، يمثّل النباتات والبرتقالي الفُطريات والبكتريات، ويمثل الأخضر الاسفنجيات والاَواليات (البروزيّات) والأحمر مجموعة الحلقيات والمصليات والرخوّ يات، اما اللون الكستنائي فيمثل شوْكِيّات الجِلد.

و يظهر على اليسار الحِقب التي تعرّضنا إليها في هذا الفصل وفي أعلى الجدول أسماء الأجسام التي تمثّل المجموعات المصنّفة.

الأرضية. وعادتْ كميات كبيرة من المياه الى البحار التي ارتفع مستواها مغْرِقة أطرافاً واسعةً من الأراضي الطّافية سابقاً.

وكان لهذا التّعاقب الطّقْسي أثر بالغ على حياة النباتات والحيوانات، خاصة من حيث توزيعها واختلاف أصنافها حسب المناطق. فخلال فترات الإجلاد تُهاجر حيوانات الطقس المُعْتدل نحو الجنوب لضمان بقائها على الحياة. وهذه التنقُّلات طورت تكتلات مهمّة من الأصناف الحيوانية والنباتية في تلك المناطق والتي لا زالت مستمرّة إلى اليوم.

وانقرضت بعض الأصناف الحيوانية كالماموث والماستودون بينما بقيت أصناف أخرى تتابع تحوّلاتها متكيّفة مع التّغيرات البيئية إلى ان وصلت الى الاشكال التي هي عليها الآن.

فبالنسبة لبعض الأصناف كان التكيُّف يجعلها تقلّص من حجمها نظراً لتناقص التّغذية في الوسط الذي تعيش فيه. و بالنسبة لأصناف أخرى، كان التّكيف يقودها إلى عكس ذلك إذ تضَخَّمت أحْجامها باكْتناز الشّحم نظراً لوفْرة التغذية من حولها واستعدادها لمواجهة فترات نقصان التّغذية في الفصول الصّعبة. وهناك من الأصناف ما اختار الإسْبات الشّتوي أو النُّوام. وكانت كلّ الضّرعيّات قد اكتست بالوبر الكثيف اتقاء لبرودة الطقس. ومع نهاية آخر مرحلة جليدية وهي المعروفة بمَجْلدة (وورم) بدأ العهد الهولوسيني قبل ١٠,٠٠٠ سنة. وهو العصر الذي مازلنا نعيش فيه. و يعتبر العهد الرّابع أوْل عصر يحمل بصَمات الإنسان الأول وآثاره العميقة على البيئة المُحيطة.

ـــ الرسم أسفله، يسمح بتخيل تطور الانسان
ـــ في المربعات الصغيرة أسفله ما عُثر عليه من عظام لبعض الجماجم الانسانية.

